

# ACTA RADIOLOGICA

EDITA PER SOCIETATES RADIOLOGICAS DANÆ, FENNIAE,  
HELVETIAE, HOLLANDIAE, NORVEGIAE ET SUECIAE

---

VOL. IX FASC. I

15. II 1928

N:o 47

---

## EXPERIMENTAL STUDIES CONCERNING THE RADIOLOGIC TREATMENT OF CANCER UTERI

by

*Carl Krebs*

To draw conclusions from a comparison between animal and human conditions, between transplantable and spontaneous tumors, or from one or two tumors to neoplasms in general, is always a risky matter; and one must be constantly awake to the existence of large possibilities for serious mistake. If, in spite of this, I have entered on the studies of which I shall give an account here — and which have been made with transplantable tumors on animals — it is because there exist, in fact, a great many points of similarity between the transplantable tumors in animals and the spontaneous ones in man; because it is the only possible means of obtaining a large, homogeneous material, and because in this manner we may obtain some indication — and perhaps secure a basis — for a proper, more complete understanding of a great many conditions which we either cannot follow at all — or, at best, only partly follow — in man.

During the last fifteen years, numerous investigations have been made concerning the reactions of the transplantable tumors to roentgen and radium. One of the first works on the subject was a study by WASSERMANN — »Analyse der Wirkung radioaktiver Substanzen auf Mäusekrebs», publ. in the Deutsch. Med. Wochenschrift, 1914 — in which the author showed that the radioactive substances act directly on carcinoma cells, but that the effect does not consist in the cells becoming killed, but in their losing their power of propagation.

KEYSSER — »Die praktische Durchführung meines Vorschlagess der biologischen Dosimetrie in der Strahlenbehandlung der bösartigen Geschwülste unter Berücksichtigung der mittelbaren Strahlenwirkung»; Münch. Med. Wochenschrift, 1921 — has found the lethal dose for a sarcocarcinoma to be from 4 to 6 human skin erythema doses.

FRANCIS CARTER WOOD — in an article in the Journal of the Am. Med. Association, 1925 — has shown that the dose required for killing tumor cells is about 5 skin erythema doses, irrespective of wave length.

WOOD and PRIME — Journ. of Am. Med. Ass., 1920 — have worked, like myself, with a giant-cell sarcoma and an adenocarcinoma, and have come to the conclusion that the percentage of takes is reduced by irradiation with 2 skin erythema doses. They found the lethal dose for the carcinoma *in vitro* to be 4 skin erythema doses, for the sarcoma 5, though with a few takes up to as much as 6 skin erythema doses. The lethal dose *in vivo* they find to be 6 skin erythema doses. They furthermore show that the lethal dose with unfiltered radium is 100 milligrams in 10 minutes.

S. RUSSELL — "Experimental Studies upon the Lethal Doses of X-rays and Radium for Human and other Tumors"; British Journal of Radiology, vol. XXIX, 1924 — has shown that there is hardly any difference between the lethal doses for a rapidly growing sarcoma, a very slowly growing sarcoma, and a rather rapidly growing carcinoma; and that this dose, for all of them, lies in the neighbourhood of about 5 skin erythema doses.

Finally, I may mention that MURPHY, MAISIN and STURM — Journal of Experimental Medicine, 1923 — have prevented intercutaneously transplanted tumors from taking on a definite area of an animal's body by irradiating that area before inoculation took place. That the effect obtained is not a universal one is shown by the fact that the inoculation took on another, non-irradiated portion of the body of the same animal.

Before passing to a description of my experiments, I feel it necessary that I should give you a number of facts concerning the tumors with which I have been operating; my information in that respect being based on some very long lines of consecutive experimentation.

The material with which I have worked is, partly, a carcinoma muris (adenocarcinoma), partly a sarcoma muris (giant-cell sarcoma) — the former a spontaneous tumor, the second an artificial product of tar painting. They both originate from my own laboratory at Aarhus. Their growth is infiltrative; they are metastasizing and transplantable. The sarcoma has been cultivated in about 60 generations; its take-percentage is 96. The carcinoma has been cultivated in more than 30 generations; it takes in from 60 to 80 per cent of every 100 cases. The sarcoma is an extremely malign tumor. When transplanted to a mouse it usually kills the animal in about thirty days' time. When transplanted subcutaneously to the thorax it metastasizes to the lungs in about 10 per cent of

the cases. The carcinoma is a relatively benign tumor. When transplanted subcutaneously to the wall of the thorax it kills the animal in from 60 to 80 days' time. It metastasizes only in about 5 per cent of all cases.

In speaking, a moment ago, of the work already done by other investigators along the same line, I mentioned a number of observations made by them concerning certain characteristics of mouse-tumors. Those observations I have been able to substantiate, and to supplement with other, fresh ones.

I have found that it takes the same dose to kill the sarcomatous, or carcinomatous, tumor — that is, to prevent it from taking when subsequently retransplanted — whether the irradiation takes place in situ, on the living animal, or after it has been removed from the latter and placed in a glass dish, in a physiological salt solution at 16° Celsius. In other words: it takes the same dose whether in vivo or in vitro, even though, in one case, the temperature is that of the animal's body, in the other the ordinary room-temperature.

The lethal dose I have found to be about equal to 6 skin erythema doses through 2 mm. Al. Of the exact, actual size of it I do not wish to express myself too positively; but I think the fact that the tumor has been lying in a glass dish, in a physiological salt solution, may be reckoned as compensating, at least to a fairly even extent, the secondary radiation from the body of a mouse.

This fact of the lethal dose being the same for the tumor whether in vivo or in vitro, at temperatures of 38° and 16°, respectively, is a great advantage; seeing that it permits us to apply many of our observations in vitro, in animals, to conditions existing in vivo.

When it is considered how impossible it is to measure the radiation with anything more than a fairly approximative degree of exactitude, a comparison between the lethal doses as found by me and by the other investigators makes it reasonable to suppose that the lethal dose will be about the same for all forms of tumors in mice.

When a tumor in vitro has been subjected to irradiation either with roentgen or radium it can be found out, by subsequent transplantation of the tissue, whether the irradiation has had any effect or not. It requires, however, that in each experiment there should also be a series of mice inoculated with «control tissue»; that is, a piece of tumor reserved before the rest was irradiated. There are four ways of judging the degree of the irradiation effect: 1) the percentage of takes; 2) the time the animal lives after the transplantation; 3) the time it takes before the tumor appears (time of latent incubation); 4) the speed with which the tumor grows. Of those four, the two first-named are the safest.

Like the Americans, MURPHY, MAISIN and STURM, I have succeeded, by local irradiation previous to intercutaneous transplantation of tumor tissue, in obtaining an action, on the part of the organism, which influences the take-percentage, the latency, and the speed of the tumor's growth.

The object of the experiment was to find out how far the effect of radium goes in the treatment of a cancer uteri; and, eventually, how a subsequent treatment with roentgen would affect the case.

The experiment was carried out as follows:

At an autopsy, the uterus and the upper three fourths of the vagina were removed from a human body.

Fresh, aseptically removed carcinoma- and sarcoma tissue was cut into four pieces, each as large as the kernel of a hazel nut, and placed in sterilized rubber caps, in a sterilized physiological salt water solution. The caps were immediately closed by binding about with a thread. The whole proceeding was carried out with every possible precaution in the matter of asepsis.

The cervix of the removed uterus is slightly dilated, and into the uterus itself are pushed two of the rubber caps, one containing carcinoma tissue, the other sarcoma tissue. Just outside, at the junction of the collum and corpus uteri, are placed two others, one of each kind; and 6 cm. from the uterus, at a distance corresponding to the distance from the uterus to the pelvic wall, two more, likewise containing: one carcinoma-, the other sarcoma tissue.

The uterus and vagina lie on a slab of cork. Into the uterus is pushed — in the manner in which it is usually done at the Aarhus Radium Station — a tube containing 70 milligrams of radium element. The wall of the tube is of 1 mm. silver + 1 mm. brass. Up against the portio vaginalis is placed a box containing 60 milligrams of radium element; the walls of the box being of lead, 1.7 mm. thick, covered with a layer of silver 0.5 mm. thick. The 60 milligrams of radium element were contained in silver tubes holding, each, 10 milligrams. The walls of these tubes were 0.5 mm. thick; thus making the combined filter thickness 2.7 mm. The whole was wrapped in rubber tissue in the usual way, and set aside for thirty-six hours at a temperature of 8° C. Control tissue was set aside in the same place and manner, but so far away from the radium that there could be absolutely no question of its being influenced by the latter.

After thirty-six hours the tumor tissue was removed from the uterus, the rubber caps opened, and their contents poured into sterilized Petri-dishes. In these, the tissue was cut into small

pieces, not larger than a pin's head. With a little practice one is able to cut them all to very nearly the same size.

Afterwards, these little bits were transplanted, two pieces of the same kind of tumor to each animal — one in each axilla. The transplantation was done in ether narcosis. A slit was made in the skin, along the right-hand border of the rectus; the skin was lifted away from the layer underneath, and the tumor tissue pushed up as far as the axillæ by means of a long, thin forceps. The animals were examined every ten days, and the size of the tumor marked down.

The next experiment was conducted in the same manner; the only difference being that, after the thirty-six hours, there was placed over the uterus a piece of skin, about 3 cm. thick, with its appendant layers of subcutaneous fat — making a distance, from the surface of the skin to the center of the uterus, of about 7 cm. — and on the skin was given the quantity of roentgen that would correspond to 1 skin erythema dose through 0.5 mm. zinc + 1 mm. Al. at a distance of 40 cm.

After this irradiation, the transplantation was done in the same manner as in the previous test. The control tissue was always the last to be transplanted. The whole task of transplantation took about four hours; so even the utmost time-difference involved could hardly have any material influence on the result, with tissue that had already been lying for about forty hours.

In the first experiment, transplantation was made on 130 mice; in the second on 100. The mice were picked out for the various groups in such a manner that their weight would be as far as possible the same in all of them.

Before we proceed to look at the results, I shall have to say that of course, there are still some of the animals with tumors alive; but their number is so small that it cannot in any way alter the result. Also all the animals that were inoculated with the dead tissue are still alive, of course; but the time that has elapsed since the transplantation is already so long that no takes can be expected.

All the carcinoma- and sarcoma tissue that had lain within the uterus was dead — both that which had been irradiated with radium alone and, of course, also that which had been under both radium and roentgen irradiation. It is true that there was one take, of the carcinoma; but from the fact that neither the speed of growth nor the latency were affected I am inclined to believe that it must have been one of the control animals that has been accidentally changed for one of the others, either during the transplantation or afterwards. As regards the tumor tissue that lay right outside the

uterus — corresponding to a tumor that has either grown through the muscles or has infiltrated the parametria — you will notice, when you look at the Tables, that, as far as the carcinoma is concerned, the take-percentage has not been reduced where only radium was given.

	Radium			Sarcoma		
	Carcinoma			Sarcoma		
	Takes	Latency	Life	Takes	Latency	Life
Inside the uterus:	1 <sup>1</sup> of 20	—	—	0 of 10	—	—
Just outside the uterus:	10 of 20	27.8	82.1	3 of 10	28	50.5
6 cm. from > > :	10 of 20	18.4	60.1	8 of 10	23	52.9
Control:	11 of 20	12.1	54.2	9 of 10	8.1	37.6

<sup>1</sup> see above.

	Radium and Roentgen			Sarcoma		
	Carcinoma			Sarcoma		
	Takes	Latency	Life	Takes	Latency	Life
Inside the uterus:	0 of 15	—	—	0 of 10	—	—
Just outside the uterus:	0 of 15	—	—	0 of 10	—	—
6 cm. from > > :	10 of 15	41.9	96.9	10 of 10	16	33.4
Control:	11 of 15	22.2	89.6	10 of 10	8	27.7

From what I described with regard to the first of my experiments you will have seen that some very large doses can be given before there is any reduction in the percentage of takes. We must then, instead, take the length of the animal's life after inoculation as indicator for the effect obtained; and that, we see, is 82.4 days for the animals inoculated with the tissue from just outside the uterus, as against 54.1 only for the controls. This points to a very considerable inhibition — so considerable, in fact, that we must suppose it would be possible, in many cases, to obtain the disappearance of a tumor tissue that had been given a dose of that magnitude. We may, namely, count — as I have pointed out, and as it will be further proved by the results of a series of experiments yet to be published — on an action on the part of the organism, which does that it requires less of a dose to kill an *in situ* existing tumor, in an animal, than to prevent a transplant from it from growing in its new surroundings.

As regards the sarcoma tissue from just outside the uterus, the life time of the animals inoculated with it rose from 37.6 to 50.5 days; and, at the same time, only three out of ten animals took. Here, both the take-percentage and the increased length of life are evidence that the tumor has been strongly influenced by the radia-

tion. There is very much in the result of this experiment that makes it seem likely that, in a number of cases, it will be possible, with the same dose of radium as used here, to kill a tumor tissue that is either growing through the wall of the uterus or else lying close up against it.

Irradiation with both radium and roentgen, in this experiment, killed all the tumor tissue.

Turning to the results with the tumor tissues that had been placed at a distance of 6 cm. from the uterus, we see, as regards the carcinoma, that with radium irradiation of the tissue alone the life of the inoculated animal is lengthened only from 54.1 to 60.1 days. This is a very slight increase; and if we compare it with what we find in carcinomata where known doses of roentgen rays have been given it corresponds to so small a dose of the latter that we can hardly expect to get from it any effect beyond a passing inhibition.

The results from the sarcoma tissue placed 6 cm. away from the uterus are more difficult of explanation. In the first place, the figures for the average length of time the animals lived after inoculation are very irregular; there is a rather considerable difference as regards the length of life, but no reduction in the percentage of takes. In experiments with small doses of roentgen I have found equally large differences in the length of life, and, just as here, no reduction in the percentage of takes. I have nothing positive to base my opinion on, but I am inclined to think that it will be with the sarcoma tissue precisely as with the carcinoma tissue — all the more so because, in the experiment where the sarcoma tissue had been irradiated with both radium *and* roentgen, and where the length of life for the separate animals used in the test coincided very closely and beautifully, I did not obtain any effect that would justify me in believing that the tumor tissue is being killed.

In the last experiment — the one where both radium *and* roentgen have been given — we observe a distinct effect on the tumor tissues that had been lying 6 cm. away from the uterus; but the difference registered is not large enough to warrant the expectation of an effect that might be of any importance.

If it is permissible from these experiments with transplantable mouse tumors *in vitro* to draw any conclusions as regards conditions in man, they would be as follows:

1. Tumor tissue inside the uterus it is likely can be killed by radium in the dose I have stated.
2. Tumor tissue lying just outside the uterus it is possible can be killed, or, at any rate, strongly inhibited in its growth.
3. Tumor tissue lying out toward the wall of the pelvis, or in

the glands, can in all probability not be killed, but perhaps its growth slightly inhibited.

If I were to draw still another conclusion from my experiments, it would be to the effect that the radium dose should be increased, and that roentgen rays should not be given at all.

### SUMMARY

The author has made the experiment of placing fragments of sarcomatous, resp. carcinomatous, tissue from mice in the uterus and vagina secured by autopsy from the body of a human female, and afterwards subjecting the said organs to irradiation with radium and roentgen, respectively as well as combined. The several pathological tissue-fragments were placed: in the uterus proper, just outside the cervical canal, and at a distance of 6 cm. from the orifice of the latter.

In the result, all the tumor tissue that had been placed inside the uterus was found to have been killed, and so had the greater part of the tissue placed immediately outside that organ; while on the tissue placed 6 cm. from the uterus the effect had been only just slightly inhibitory.

### ZUSAMMENFASSUNG

Verf. hat den Versuch gemacht, Fragmente von sarkomatösem resp. karzinomatösem Gewebe von Mäusen in einen Uterus und eine Vagina zu bringen, die bei der Autopsie dem Körper eines weiblichen menschlichen Individuums entnommen waren, und die genannten Organe nachher der Bestrahlung mit Radium resp. Röntgen oder beiden auszusetzen. Die verschiedenen pathologischen Gewebefragmente waren placiert: erstens im Uterus selbst, zweitens unmittelbar außerhalb des Zervikalkanals und endlich 6 cm vom Orificium nach abwärts.

Als Resultat des Versuches ergab sich, dass das ganze Tumorgewebe, das in der Uterushöhle gelegen hatte, abgetötet war und ebenso der grössere Teil des unmittelbar außerhalb dieses Organs placierten Gewebes, während an dem 6 cm außerhalb der uterus placierten Gewebe der Effekt eben nur leicht wachstumhemmend war.

### RÉSUMÉ

Aux fins de ces expériences, l'auteur a placé, dans l'organe utéro-vaginal sectionné d'un cadavre de femme, des fragments de tissu sarcomateux, ou carcinomateux, de souris; puis l'a exposé à la radiation, soit par le radium, soit par les rayons Roentgen, soit par les deux ensemble. Les fragments de tissu morbide étaient disposés, l'un à l'intérieur de l'utérus; un autre juste au dehors du canal cervical; un troisième, enfin, à 6 centimètres de l'orifice extérieur de celui ci

Le résultat en était que tout le tissu morbide dans l'utérus fut tué, ainsi que la plupart de ce qui avait été placé tout près de l'orifice extérieur du canal cervical; tandis que du troisième fragment — placé éloigné de 6 centimètres de l'utérus — l'activité morbide n'avait subi qu'une diminution tout à fait insignifiante.



# FISTULA GASTRO-COLICA, SPEZIELL VOM RADIOLOGISCHEN GESICHTSPUNKT AUS

von

*Gösta Jansson*

(Dr. med. et chir., Vorsteher der Röntgenabteilung an der Chirurgischen Universitätsklinik in Helsingfors, Finnland)

(Tab. I-II)

\* Einer Magen-Colonfistel liegt gewöhnlich ein Ventrikel- oder Coloncarcinom, ein Uleus ventriculi oder ein Uleus pepticum jejunum nach Gastroenterostomie zugrunde. Weniger häufige Ursachen sind in einzelnen Fällen, wie bei Tuberkulose im Colon (THORSPECKEN), bei einem Abscess in der Bauchhöhle oder einer congenitalen Fistelbildung zwischen Ventrikelf und Colon (Tosi) beobachtet worden.

Im Folgenden werde ich mich auf die Frage der Magen-Colonfistel nach Gastroenterostomie beschränken, teils weil uns diese Fistelform als die in prognostischer Hinsicht günstigste am meisten interessiert, teils weil ich Gelegenheit gehabt habe, drei solche Fälle zu beobachten.

P. KUTTNER sagt über das Vorkommen der Magen-Colonfistel, dieselbe sei so selten, dass er trotz einer 20-jährigen Tätigkeit auf dem Gebiet der Magenkrankeiten erst ganz vor kurzem seinen ersten Fall beobachtet habe. POLYA hat 1913 eine Zusammenstellung aller bis dahin veröffentlichten Fälle gemacht. Seine Tabelle umfasst 19 Fälle, aber nach KOHLMANN fehlt darin ein von FALTA erwähnter Fall. Nach 1913 sind, soweit ich habe finden können, weitere 17 Fälle beschrieben worden, so dass gegenwärtig 37 Fälle von Magen-Colonfistel nach Gastroenterostomie mitgeteilt sind.

In fast allen diesen Fällen war eine hintere Gastroenterostomie ausgeführt worden. Es ist mithin vor allem diese Art von G. E., welche den Anlass zur Entstehung einer Magen-Colon- oder Magen-Jejunum-Colonfistel gibt.

Wie aus dem Obigen hervorgeht, sind recht wenig Fälle von Magen-Colonfistel nach G. E. publiziert. Sowohl VOORHOEVE als

KOHLMANN nehmen jedoch an, dass eine grosse Anzahl Fälle überhaupt nicht diagnostiziert werden, sondern mit der Diagnose Colitis, Panereatitis oder anderen zum Exitus führen. Dies ist um so wahrscheinlicher, als das klinische Bild in manchen Fällen recht schwer deutbar sein kann und einen ziemlich »unschuldigen« Eindruck macht.

In dem klinischen Krankheitsbild zeichnet sich der Perforationsprozess nicht durch irgendwelche schwereren akuten Symptome ab. Eine plötzlich eintretende Diarrhöe pflegt die Entstehung der Magen-Colonfistel anzudeuten. Hat sich diese einmal etabliert, so entsteht ein chronischer Krankheitszustand, bei dem dysenterieartige Diarrhöen dominieren, welche zu einem hochgradigen Inanitionszustand führen. Hierzu kommen in prägnanten Fällen fäkales Erbrechen oder fäkulentes Aufstossen. Die Diarrhöen sind bisweilen von intermittierender Art. Die Faeces enthalten in manchen Fällen ausgiebig unverdaute Speisereste, und manchmal ist Pepsin und freie Salzsäure in ihnen nachzuweisen. STRAUSS hat das Vorkommen von Fettdiarrhöen bei Magen-Colonfistel beobachtet und misst diesem Symptom eine grosse diagnostische Bedeutung bei. Die Stühle sind gelbglanzend oder erinnern in bezug auf die Farbe an schmutziges Wachs. Die Fettspaltung selbst geht in diesen Fällen auf normale Weise unter normaler Pankreasfunktion vor sich, aber die Resorption ist gestört, infolgedessen die Faeces reichlich unresorbiertes Fett enthalten. Nach STRAUSS hat ARONS einen Fall von Magen-Colonfistel mit Fettdiarrhöen veröffentlicht. In einem der drei Fälle, die ich im Folgenden beschreiben werde, lag ebenfalls dieses Symptom vor.

Ausser diesen oben angeführten klinischen Zeichen, die unmittelbarer für eine Magen-Colonfistel sprechen, zeigen diese Patienten eine Menge allgemeine Störungen, wie herabgesetzten Appetit, gesteigerten Durst, Schmerzen im Bauche und Meteorismus. Durchaus nicht immer sind alle vorstehend beschriebenen Symptome vorhanden. Das charakteristischste, fäkales Erbrechen ohne gleichzeitige Ileussymptome, fehlt in vielen Fällen. Die Ursache hierzu liegt in den komplizierten Entleerungsverhältnissen, die sich in der Gegend einer Magen-Jejunum-Colonfistel herausbilden, wo in verschiedenen Richtungen Ventilverschluss entstehen kann. Diese Verhältnisse sowie die Entleerung durch den Pylorus und die Grösse der verschiedenen Öffnungen wirken hierauf wie überhaupt auf das ganze Krankheitsbild ein. Wenn die Ingesta aus dem Ventrikel zum Colon, aber nicht in entgegengesetzter Richtung passieren können, bleibt das fäkale Erbrechen aus. Wenn die Entleerung durch die G. E.-Öffnung und den Pylorus mit solcher Leichtigkeit erfolgt,

dass sich die aus dem Colon kommenden Fäkalien schneller in den Dünndarm entleeren, als sie erbrochen werden, fehlt auch dieses Symptom. Die Entstehung einer Magen-Colonfistel kann sogar veranlassen, dass ein Erbrechen, das früher das am meisten hervortretende Krankheitssymptom gewesen ist, aufhört. Wenn eine Pylorusstenose oder eine Stenose in der G. E.-Öffnung mit Erbrechen als Folge vorhanden ist und hierbei eine Magen-Colonfistel zustande kommt, hört das Erbrechen darum auf, weil der Ventrikel sich da in das Colon entleeren kann; der Patient erbricht sozusagen in sein Colon.

Das fäkulente Aufstossen ist ein wichtiges Symptom und fehlt selten, aber, wie FREUD hervorhebt, geschieht es oft, dass die Kranken es nicht beachten, weshalb es in der Anamnese nicht immer hervortritt. Dies dürfte darauf beruhen, dass der N. olfactorius recht bald ermüdet und nicht mehr auf den betreffenden Geruch reagiert. Doch geschieht es gewöhnlich, dass der Untersuchende selbst ohne Befragung des Patienten das in Rede stehende Symptom beobachten kann. Eine anhaltende Diarrhöe und starke Abmagerung sind also oft die einzigen klinischen Zeichen einer Magen-Colonfistel, und mehrere solche Fälle sind in der Literatur erwähnt. Diese Symptome sind jedoch nicht pathognomisch für eine Magen-Colonfistel, sondern kommen bei manchen Magen-Darmleiden vor. Nicht einmal die Fettdiarrhöe ist beweiskräftig, da sie auch bei Pancreasaffektionen vorzukommen pflegt. In schwer deutbaren Fällen kann man die Diagnose durch Einführung einer gefärbten Flüssigkeit als Lavement aufzuhellen suchen und kurz darauf durch Magensondierung feststellen, ob dieselbe in den Ventrikel übergegangen ist, oder dieselbe Prozedur kann auch in umgekehrter Richtung ausgeführt werden, wobei man den Patienten eine leicht erkennbare Speise zu sich nehmen lässt, die man dann durch ein Lavement herauszubekommen versucht.

Dass ein negatives Resultat der letzterwähnten Manipulationen das Vorhandensein einer Magen-Colonfistel nicht ausschliesst, werde ich im Anschluss an die Röntgensymptome darlegen. In der Literatur sind ein paar Fälle angeführt, in denen sogar ein positives Resultat der Rektalmethode irregeführt hat, obwohl außerdem Erbrechen bestand (hysterische Koprophagie, TREVES, ROSENSTEIN).

Einen exakten Beweis für das Vorhandensein einer Magen-Colonfistel erhalten wir nur, wenn wir den direkten Übergang der eingenommenen Speise vom Ventrikel in das Colon oder die Passage des Lavements in entgegengesetzter Richtung verfolgen können. Eine solche Möglichkeit bietet sich nur bei der röntgenologischen Unter-

suchung, die bei der Diagnose einer Magen-Colonfistel oft von entscheidender Bedeutung ist. Die röntgenologischen Symptome werde ich unten im Anschluss an meine eigenen Fälle behandeln, zu deren Beschreibung ich jetzt übergehe.

*Fall I.* P. G., 32 Jahre, Baumeister, in die Chirurgische Klinik zu Helsingfors aufgenommen am 16. II. 23.

Pat wurde 1910 wegen Appendicitis operiert. 1915 wurde in der Diaconissenanstalt eine hintere Gastroenterostomie nebst Enteranastomose und ausserdem eine Exclusio pylori unilaterialis ausgeführt. 1919 war Pat. mit der Diagnose Ulcus duodeni? Pancreatitis chr. in der Chirurgischen Klinik zu Helsingfors aufgenommen. Hierbei wurde eine Gastrotomia explorativa gemacht. Nach der letzteren Operation und schon zwei Monate vorher hat Pat. fast beständig Diarrhoe mit hellen, schaumigen Abführungen gehabt. Im Spätwinter 1920 begannen Darmgase durch den Mund abzugehen, und seit dem Sommer desselben Jahres bestand Erbrechen übelriechender Massen. Das Erbrechen und das Aufstossen hat während der letzten Monate immer mehr zugenommen und sich mehrmals täglich wiederholt. Seit Anfang 1920 hat kein Abgang von Gasen per rectum stattgefunden. Im Nov. 1920 hatte Pat. eine Magenblutung. Während 1923 hat sich der Zustand bedeutend verschlechtert, und Pat. hat 10—15 kg an Gewicht abgenommen.

*Status praesens:* Pat. ist lang und kräftig gebaut, aber ausserordentlich abgemagert. Gewicht etwas unter 60 kg. Im Epigastrium eine Operationsnarbe. Der Ventrikul scheint nicht dilatiert. Bauch aufgetrieben, nicht nennenswert empfindlich.

*Vor dem ProbeFrühstück:* reichliche Abführungen von der Art einer hellgrauen, dicken, dünn breiartigen, übelriechenden Flüssigkeit. Kongo — TA. 120. Nach dem ProbeFrühstück: 100 ccm etwas schleimige Flüssigkeit enthaltende, schlecht verdaute Speisereste. Freie HCl 13 TA. 62. Faeces: lose, schaumig, grauweiss, grosse Mengen Fett und unverdaute Speisereste enthaltend. Harn: Alb. —, Zucker —. An Herz und Lungen nichts Abnormes. Pat. wurde mit der Diagnose Fistula gastrocolica (KROGIUS) zwecks röntgenologischer Kontrolle der klinischen Diagnose in die Röntgenabteilung geschickt.

*Röntgenuntersuchung:* Ventrikul klein, hochsitzend, am Angulus abgeschnitten, so dass der Canalis und der Pylorus teil sich nicht abzeichnen. G. E. Öffnung am kaudalen Pole der Curv. major gelegen. Der Kontrastbrei rinnt in fast ununterbrochenem Strom durch die ca. 3 Querfinger breite G. E. Öffnung, und zwar so schnell (Sturzenteleerung), dass der Ventrikul nach ca. 15 Min. leer und der Kontrastbrei in den Dünndärmen angesammelt ist, die schlaff erscheinen. Ein Übergang des Breies in das Colon transversum ist nicht zu sehen. Bei der Untersuchung 24 St. später ist das Colon seiner ganzen Länge nach gefüllt; in den Dünndärmen findet sich immer noch Brei. Zu diesem Zeitpunkt wird ferner beobachtet, dass der Ventrikul, der sich so schnell entleert hatte, wieder teilweise mit Kontrastflüssigkeit gefüllt ist, ohne dass solche während der Zeit neu eingenommen worden ist. Zwischen dem Ventrikul und dem Colon transversum, näher bei der linken Flexur, zeichnet sich eine Kommunikationsöffnung ab, durch welche Kontrastflüssigkeit in den Ventrikul rinnt. Das Schaltstück bildet eine breite Brücke zwischen dem Ventrikul und dem Colon, das nicht unmittelbar an dem Ventrikul, sondern in kurzem Abstand von demselben liegt (Fig. 1). Bei

Durchleuchtung bemerkt man, dass die Kontrastflüssigkeit zeitweise zwischen dem Colon und dem Ventrikel durch den verbindenden Kanal hin und her fliesst. Diese Strömung nach verschiedenen Richtungen scheint durch die Bewegungen des Bauches bei der Atmung zustande zu kommen. Hin und wieder sieht man deutlich die Schleimhautfalten in dem Schaltstück, das allem Anschein nach von der bei der G. E. benutzten Jejunumschlinge gebildet wird.

Eine Kontrolluntersuchung mit Kontrastbrei per os wird vorgekommen, um festzustellen, ob eine Entleerung aus dem Ventrikel nach dem Colon transversum stattfindet. Eine solche Entleerung kommt nicht zu Gesicht. Bei der Einführung des *Kontrastlavements* wird konstatiert, dass die Ampulle, das Colon sigmoideum und descendens sich in gewöhnlicher Weise füllen und normale Konturen zeigen. Als die Kontrastflüssigkeit etwas oral von der linken Flexur vorgedrungen ist, rinnt sie teils in den Ventrikel, der sich hierbei füllt, teils in den oralen Teil des Colons. Ausserdem geht ein Teil des Mageninhalts von dem Ventrikel durch die G. E.-Öffnung hinaus in die Dünndärme.

Die röntgenologische Untersuchung bestätigt also aufs beste die klinische Diagnose, und damit nicht genug, sie erlaubt uns sogar eine pathologisch-anatomische Diagnose zu stellen. Sie lässt nicht nur erkennen, dass eine breite Kommunikation zwischen Ventrikel und Colon vorhanden ist, sondern auch, dass zwischen diesen eine vermittelnde Darmpartie liegt. Da eine G. E. vorhergegangen ist, kann hieraus geschlossen werden, dass der zwischenliegende Darm in der bei der Operation benutzten Jejunumschlinge besteht. Ein Ulcus pepticum jejunum hat in das Colon perforiert und die Fistel verursacht. Die röntgenologische Diagnose lautet also: Magen-Jejunum-Colonfistel.

Wie aus der röntgenologischen Untersuchung hervorgeht, kam die Fistel nicht durch einen unmittelbaren Übergang von Kontrastbrei aus dem Ventrikel zum Colon, sondern erst 24 Stunden später zum Vorschein, als sich das Colon transversum gefüllt hatte und der Brei aus dem Colon in den Ventrikel passierte. Zu diesem Zeitpunkt zeichnete sich die Fistel mit aller wünschenswerten Deutlichkeit ab. Ein Ventilverschluss war vielleicht vorhanden, der dem Brei gestattete, nur in der Richtung Colon-Ventrikel zu passieren, aber nicht umgekehrt. Die reichliche Entleerung durch die G. E.-Öffnung rief eine Überfüllung des Jejunums hervor, das wahrscheinlich die hintere Wand des Colons gegen die vordere presste, wodurch eine Verstopfung der Jejunum-Colonöffnung zustandekam. Später, als das Transversum auf dem physiologischen Wege sich füllte, wurde sie wieder ausgespannt und die Jejunum-Colonfistel geöffnet und erlaubte der Kontrastflüssigkeit, durch das Jejunum in den Ventrikel zu rinnen. Vielleicht genügt die konstatierte »Sturzentleerung« allein für sich, diese Verhältnisse zu erklären. Infolge der abnorm schnellen

Entleerung durch die G. E.-Öffnung rann die Flüssigkeit an der Jejunum-Colonöffnung vorbei in die Dünndärme aus.

FREUD beschreibt einige Fälle, die, ehe sie unter seine Beobachtung kamen, eine röntgenologische Untersuchung erfahren hatten, ohne dass die Fistel entdeckt worden war. In diesen Fällen fand nämlich keine Entleerung direkt vom Ventrikel in das Colon statt. Man hatte sich mit der Feststellung einer »guten Entleerung durch die G. E.-Öffnung« begnügt und konstatiert, dass keine Magen-Colonfistel vorlag, und die Untersuchung hiermit abgeschlossen. Wäre die Beobachtung bis zu dem Zeitpunkt, wo sich das Colon gefüllt hatte, ausgedehnt worden, so wäre es vielleicht möglich gewesen, dass sich die Fistel abgezeichnet hätte und der Irrtum vermieden worden wäre, oder vielleicht hätte auch, wie bei der Untersuchung FREUDS, die Irrigoskopie die Fälle aufgeklärt.

Bei der röntgenologischen Untersuchung einer durch ein Uleus pepticum nach G. E. entstandenen Magen-Jejunum-Colonfistel hat man nach KOHLMANN bisher in keinem Fall das Schaltstück selbst zwischen dem Colon und Ventrikel zu Gesicht bekommen, während man bei Magen-Colonfistel auf der Basis eines Carcinoms in mehreren Fällen die Brücke hat nachweisen können. KOHLMANN vermutet, dass dies auf den komplizierten anatomischen Verhältnissen oder auch darauf beruht, dass die zu der Fistel führende peptische Jejunawunde dicht bei der G. E.-Öffnung liegt, wodurch ein eigentliches Schaltstück nicht vorhanden ist. Ausserdem betont KOHLMANN, wie schwierig es ist, die Verhältnisse zu beurteilen, wenn eine gleichzeitige Entleerung durch drei verschiedene Öffnungen, nämlich den Pylorus, die G. E.-Öffnung und die Jejunum-Colonfistel stattfindet. Hierbei werden mehrere Darmabschnitte zugleich recht schnell gefüllt und können kaum voneinander unterschieden werden.

Im oben beschriebenen Fall konnte ich sehr deutlich das Schaltstück sehen, das das Colon mit dem Ventrikel verband. Ich konnte in aller Ruhe die Flüssigkeitsbewegung vom Colon nach dem Ventrikel und umgekehrt durch den verbindenden Kanal verfolgen und dies so lange tun, wie ich wollte. Dass so günstige Verhältnisse vorhanden waren, beruhte darauf, dass meine Beobachtungen 24 Stunden nach der Einnahme der Kontrastmahlzeit gemacht wurden, wo der Brei das Colon transversum füllte. Zu diesem Zeitpunkt waren die Verhältnisse sozusagen stabil im Vergleich zu den lebhaften Bewegungen des Darminhaltes, die unmittelbar nach dem Genuss der Kontrastsubstanz stattfanden.

Dass es von Bedeutung sein kann, auch den ebengenannten Zeitpunkt zum Studium der Magen-Colonfistel zu wählen, habe ich in der Literatur nicht hervorgehoben gefunden. HAENISCH hat jedoch

in einem kürzlich veröffentlichten Fall einer durch ein Coloncarcinom entstandenen Magen-Colonfistel eingehende Beobachtungen auch zur Zeit der Füllung des Colons gemacht. Speziell spielt dieses Verfahren in den Fällen eine grosse Rolle, wo ein unmittelbarer Übergang von Kontrastbrei aus dem Ventrikel in das Colon nicht stattfindet. In diesen Fällen hat man versäumt, die Füllung des Colons abzuwarten, und sofort zum Kontrastlavement gegriffen, welches jedoch weniger übersichtliche Bilder gibt. Aber auch in den Fällen, wo der Kontrastbrei direkt aus dem Ventrikel in das Colon übergeht, wobei, wie oben hervorgehoben, recht schwer deutbare Bilder entstehen, wäre es angebracht, die Untersuchung auf den Zeitpunkt auszudehnen, wo sich das Colon transversum gefüllt hat, weil dann wahrscheinlich »geordnetere« Verhältnisse vorliegen, die eine exakte Diagnose ermöglichen.

Von dem oben beschriebenen Patienten sei weiter erwähnt, dass er am 1. III. 23 von Prof. KROGIUS operiert wurde. Aus dem Operationsbericht geht folgendes hervor: Das Colon transversum und die vordere Fläche des Ventrikels sind teilweise am Peritoneum parietale festgewachsen. Auf der Rückseite des Ventrikels ist ein Darmpaket zu sehen, das teilweise am Colon transversum festgelötet ist. In diesem Paket werden die E. A.-Öffnung, die wohlerhalten ist, ferner die G. E.-Öffnung und schliesslich eine Öffnung zwischen dem Jejunum und dem Colon transversum angetroffen. Die für die G. E. benutzte Jejunumschlinge wird sowohl vom Ventrikel wie vom Colon transversum bis zu der E. A.-Öffnung reseziert, wobei alle Öffnungen verschlossen werden. Hiernach wird eine G. E. antecolica und E. A. mit Murphys Knopf gemacht. Exakte Naht.

Die Operation dauerte über zwei Stunden. Der Patient war jedoch nach der langen, schweren Operation wenig mitgenommen. Schon zwei Tage danach gehen Gase per rectum ab, was seit 1920 nicht vorgekommen war. Die Abführungen nach der Operation von gewöhnlicher Farbe und Konsistenz, einmal täglich. Mächtiger Hunger, keine Ventrikelbeschwerden mehr. Wundheilung ungestört. Am 16. III. 23 wird Patient aus der Klinik entlassen. Er fühlt sich völlig wohl, hat in 2 Wochen 4 kg an Gewicht zugenommen. Nach einer späteren Mitteilung vom 5. V. 23 hat Patient 7 kg an Gewicht zugenommen.

*Epikrise.* Vier Jahre nach einer G. E. retrocolica post. bekommt der Patient anhaltende Diarrhöe mit stark fettgemischten Abführungen. Diese Symptome geben Anlass zu der Fehldiagnose Pancreatitis chr. Ein Jahr später, während die Diarrhöe fortgedauert hat, tritt fäkulentes Aufstossen und etwas später auch fäkales Erbrechen auf. Patient magert bedeutend ab, kann aber noch drei Jahre weiter in Tätig-

keit sein, wo er sich wegen hochgradiger Inanition wieder in die Klinik aufnehmen lässt. Das Krankheitsbild ist jetzt so unzweideutig, dass die Diagnose auf Magen-Colonfistel gestellt werden kann, die durch die Röntgenuntersuchung in exakter Weise bestätigt wird, indem es sich zeigt, dass eine Magen-Jejunum-Colonfistel vorliegt. Die Röntgenuntersuchung ergab ferner das Vorhandensein eines Ventilverschlusses in der Richtung Ventrikel-Colon, während die Passage in entgegengesetzter Richtung frei war. Die Kommunikationsstelle und das Schaltstück traten in dem Röntgenbild gut hervor. Die lange, schwere Operation verlief glücklich und veränderte den Gesundheitszustand des Patienten mit einem Schlag. Das Erbrechen und die Diarrhoehörten auf. Die Darmgase, die seit drei Jahren ausschliesslich durch den Mund abgegangen waren, entleeren sich jetzt per rectum. Patient bekam einen gewaltigen Appetit und nahm in 2 Monaten 7 kg an Gewicht zu.

#### *Fall II. J. H., 46 J., Apotheker.*

Vor 11 Jahren wurde Pat. wegen Pylorusstenose auf der Basis eines Ulcus operiert. Hierbei wurden eine hintere G. E. und eine E. A. gemacht. Einige Jahre nach der Operation kehrten die Magenbeschwerden in derselben Form wie vorher wieder. Dies gab Anlass zu einer erneuten Operation, wobei Adhärenzen abgelöst und die G. E.-Öffnung erweitert wurde. Die Operation wurde 1921 ausgeführt. Seit etwa Weihnachten 1925 ist Pat. von einer schweren, anhaltenden Diarrhoe mit ca. 4 losen Abführungen täglich belästigt gewesen. Ungefähr seit derselben Zeit hat Pat. Aufstossen überreichender Gase. Keine Magenschmerzen, kein Erbrechen. Seit der Erkrankung etwa 10 kg abgemagert.

*Status praesens:* Pat. bedeutend abgemagert, Hautfarbe schmutziggrau. Fäkalenter Geruch aus dem Munde. Bauch weich, nicht empfindlich, keine palpable Resistenz. Abführungen hell graugelb, Konsistenz wasserbreiartig. Eine Ausheberung wurde nicht gemacht. (Pat. wurde von einem praktischen Arzt wegen Verdacht auf Magen-Colonfistel zu einer Röntgenuntersuchung eingesandt.)

*Röntgenuntersuchung:* Ventrikel von normaler Form. Die G. E.-Öffnung am kaudalen Pol des Ventrikels gelegen. Recht gute Entleerung durch die G. E.-Öffnung. Keine Entleerung durch den Pylorus oder in das Colon transversum. Nach 4 St. ist der Ventrikel leer und der Brei im distalen Teil des Ileums angesammelt. Nach 12 St. ist das Colon gefüllt, aber ein Übergang von Kontrastbrei aus dem Colon transversum in den Ventrikel ist nicht zu sehen. Einige Tage später wird ein *Kontrastlavement* eingeführt, wobei konstatiert wird, dass die Ampulle, das Sigmoiden und das Descendens sich auf normale Weise füllen und nichts Pathologisches erkennen lassen. Etwas oral von der Flexura lienalis rinnt der Kontrastbrei aus dem Transversum in den Ventrikel hinüber und von da teilweise in die Dünndärme durch die G. E.-Öffnung hinaus. Wenn der Patient für die Durchleuchtung aufrecht gestellt wird, entleert sich der Ventrikelinhalt so schnell, dass der Ventrikel in einigen wenigen Minuten leer ist. Pat. wird von neuem auf das Trochoskop in erhöhter Beckenlage gelegt, wobei beobachtet wird, dass die Kontrastflüssigkeit wieder in den Ventrikel rinnt, um wieder rasch daraus

Detroit Public Library  
Medical Science Department

FISTULA GASTRO-COLICA, SPEZIELL VOM RADIOLOGISCHEN GESELLTSPUNKT AUS 17

zu verschwinden, wenn sich Pat. in stehender Stellung befindet. Diese Manipulationen werden zum Zweck eines näheren Studiums der Fistelgegend einige Male wiederholt. Das Colon transversum liegt dicht an dem Ventrikel, eine vermittelnde Brücke ist nicht zu bemerken (Fig. 2).

Die röntgenologische Untersuchung ergibt also, dass eine Magen-Colonfistel vorliegt. Diese kommt nicht bei der Untersuchung mit Brei per os, sondern erst durch die Einführung eines Kontrastlavements zu Gesicht. In der Literatur sind einige Fälle mitgeteilt, in denen ähnliche röntgenologische Verhältnisse bestanden. FREUD erwähnt 4 Fälle, wo die Fistel erst durch die Irrigoskopie entdeckt wurde. P. KUTTNER beschreibt unlängst einen ähnlichen Fall, wo der Kranke einen berühmten Spezialisten für Magenkrankheiten besucht hatte, der feststellte, »dass die Gastroenterostomieöffnung gut funktionierte«. Der Kranke kam in elendem Zustand zu dem eben genannten Autor. Nachdem KUTTNER mit Brei per os zu keinem Resultat gekommen war, wurde ein Kontrastlavage eingelassen, das mit einem Schlag die Situation klarlegte, indem sich zeigte, dass eine Magen-Colonfistel vorlag.

Meine Beobachtungen über das Verhalten des per rectum gefüllten Ventrikels auf dem Trochoskop und im Durchleuchtungsstativ scheinen uns eine wichtige Aufklärung zu geben über den Wert eines negativen Befundes bei der im Vorhergehenden erwähnten Untersuchung mit gefärbten Lavements, zu denen der Kliniker greifen kann, falls ihm kein Röntgen zur Verfügung steht. In einem Fall wie diesem hätte man äusserst geringe Aussichten gehabt, aus dem Ventrikel eine per rectum eingeführte gefärbte Flüssigkeit herauszubekommen. Ebenso werden durch die obigen Beobachtungen die von KOHLMANN gemachten Wahrnehmungen in einem seiner Fälle, wo die Untersuchung per os ihn das Vorhandensein einer Magen-Colonfistel vermuten liess, auf ihren rechten Wert reduziert. Er sagt: »Zur Sicherung der Diagnose wird nach 2 Tagen noch ein Bariumeinlauf gemacht, der stark mit Methylenblau gefärbt ist. Jedoch lassen sich weder eine Stunde danach noch einen Tag später Barium oder Methylenblau durch Ausheberung aus dem Magen nachweisen.« Allerdings ist nicht ausgeschlossen, dass ein Ventilverschluss in der Richtung Colon-Ventrikel vorlag, aber es bestand eine ebenso grosse Möglichkeit, dass dieselben schnellen Entleerungsverhältnisse wie in meinem Fall vorhanden waren, so dass sich der Ventrikel schon entleert hatte, als die Ausheberung gemacht wurde.

In diesem meinem zweiten Fall trat die Fistel nicht zur Zeit der Füllung des Colons hervor. Die Erfahrung, die ich später bei der Irrigoskopie gewann, lässt mich jedoch vermuten, dass die Fistel vielleicht hervorgetreten wäre, wenn der Patient in diesem Moment

auf dem Trochoskop in erhöhter Beckenlage untersucht worden wäre.

Die röntgenologische Untersuchung mit Kontrastlavement klärte also den Fall auf; es lag eine Magen-Colonfistel vor. Dies hat jedoch vorläufig keinen chirurgischen Eingriff veranlasst, da der Arzt, der die früheren Operationen ausgeführt hatte, nicht geneigt gewesen war einzutreten, laut Angabe darum, weil er auf eine spontane Heilung der Fistel hofft. In der Literatur sind allerdings einige einzelne Fälle beschrieben, wo eine spontane Heilung einer Magen-Colonfistel zustandegekommen ist, und eine solche soll auch in einem früher von dem erwähnten Arzt beobachteten Fall vorgekommen sein. Doch sind dies so seltene Ausnahmen, dass man kaum mit einem so günstigen Verlauf rechnen kann. Ein kürzeres Abwarten kann vielleicht in den Fällen in Frage kommen, wo der Nutritionszustand gut ist und keine schwereren Krankheitssymptome vorliegen. Die Prognose eines operativen Eingriffes in Fällen von Magen-Colonfistel ist recht gut. Aus POLYAS Statistik geht hervor, dass auf 16 Operierte 4 Todesfälle kamen. Von den Todesfällen standen zwei nicht in direktem Zusammenhang mit der Operation, so dass also auf 16 Operierte nur zwei Todesfälle zu rechnen waren.

*Fall III.* K. K., 29 J., Maler. Am 24. VIII. 1926 in die chirurgische Abteilung des Mariakrankenhauses aufgenommen.

Pat., der mehrere Jahre an »Magenkatarrh« gelitten hat, wurde 1920 in Vasa wegen eines perforierten Magengeschwürs operiert. Hierbei wurden eine G. E. r. c. post. und eine E. A. gemacht. Seit dieser Zeit hat Pat. jedoch andauernd Magenstörungen gehabt, wiewohl in leichterem Grade als vor der Operation. Eine Magenblutung ist nicht vorgekommen. Vor  $1\frac{1}{2}$  Monat bekam Pat. plötzlich eine heftige Diarrhöe, die seitdem angedauert hat. Pat. hat 3—4 lose, helle Abführungen täglich. Ungefähr einen Monat früher hatte sich übertriebendes Aufstossen eingestellt, das noch täglich auftritt. Seit der Zeit, wo die Diarrhöe entstand, ist Pat. auch von fäkalen Erbrechen belästigt worden, ohne dass diesem heftigere Magenschmerzen vorausgegangen sind. Der allgemeine Kräftezustand des Pat. hat sich bedeutend verschlechtert. Das Körpergewicht ist um ca. 10 kg herabgegangen.

*Status praesens:* Pat. bedeutend abgemagert. Hautfarbe normal. Temp. normal. Lungen und Herz normal. Bauch weich; links am Rippenbogen Druckempfindlichkeit. Keine abnorme Resistenz palpabel. Probefrühstück (vor der Operation): Nüchtern reicher, bräunlicher, stinkender Mageninhalt von alkalischer Reaktion. Sieht wie diarrhöische Abführung aus. Probefrühstück (nach der Operation): Nüchtern ca. 50 ecm fast klarer, flüssiger Mageninhalt. Kongo + + T. A. 91. Freie HCl 69. Nach dem Probefrühstück ca. 35 ecm gut verdauter Mageninhalt von normalem Aussehen. Kongo + + T. A. 55. Freie HCl 31. Faeces: hell graubraun, lose, reichlich unverdante Speisereste enthaltend.

*Röntgenuntersuchung:* Lage und Grösse des Ventrikels normal. Ven-

trikel an der Stelle der G. E.-Öffnung, die am kaudalen Pol der Curv. major liegt, etwas eingezogen. Gute Entleerung durch die G. E.-Öffnung, eine Entleerung direkt in das Colon ist nicht zu bemerken. Nach 4 St. ist der Ventrikel bis auf kleine Reste in der Gegend der G. E.-Öffnung leer. Nach 8 St. ist der Brei ungleichmäßig über das ganze Colon verteilt. Ein Übergang von Brei in den Ventrikel aus dem Colon hat nicht stattgefunden. Zwei Tage später wird eine irrigoskopische Untersuchung ausgeführt. Das eingeführte Kontrastlavement füllt die Ampulle, das Sigmoideum und das Descendens auf gewöhnliche Weise, und diese weisen nichts Pathologisches auf. Gleich oral von der linken Flexur geht die Einlaufflüssigkeit teils in den Ventrikel über, teils füllt sich der übrige Teil des Colons. Bei der Kommunikationsstelle liegt das Colon dicht an dem Ventrikel (Fig. 3). Eine zwischenliegende Brücke kommt nicht zu Gesicht. Aus dem Ventrikel entleert sich die Kontrastflüssigkeit weiter in die Dünndärme.

Röntgendiagnose: Magen-Colonfistel.

Am 3. IX. 26. Laparotomie. Deliberatio intest. Gastro- et enteroraphia (Op. H. ELVING). Athernarkose. — Schnitt in der Mittellinie. Etwas links von der Mitte ist das Colon transversum ca. 6 cm weit mit der Vorderseite der G. E.-Öffnung verlötet. Es kann eine für den Zeigefinger durchgängige G. E.-Öffnung palpiert werden. Der Rand der G. E.-Öffnung fühlt sich hart und verdickt an (Ulcus pepticum?). Dicht bei derselben, auf der Jejunumseite ist eine kaum für die Fingerspitze passierbare Öffnung zwischen dem Colon und dem G. E.-Kanal zu fühlen. Das Colon, der Ventrikel und das Jejunum werden voneinander losgelöst und die Öffnungen in den betr. Organen zusammenge näht und invaginiert. Auf diese Weise werden die anatomisch normalen Verhältnisse wiederhergestellt. Bei Inspektion und Palpation ist kein Zeichen eines Ulcus im Ventrikel oder Duodenum nachzuweisen. Ebenso wenig ist eine Verengung des Pylorus vorhanden. — Bauchwäsche. — Der Bauch wird exakt verschlossen.

Heilungsverlauf ungestört. Der Patient wird am 17. IX. 26 als geheilt entlassen. Fühlt sich gesund. Isst ohne Unbehagen jederlei Speise. Abfuhrung normal.

Die röntgenologische Untersuchung mit Kontrastbrei per os bringt in dem zuletzt beschriebenen Fall keine Klarheit. Nicht einmal zur Zeit der Füllung des Transversums kommt die Magen-Colonfistel zu Gesicht, was auf dem Reizungszustand im Colon beruhen dürfte. Der Brei entleerte sich so schnell durch das Colon, dass keine zusammenhängende Füllung zustandekam. Die schnelle Passage an der Fistel vorbei verringerte ebenfalls die Möglichkeit eines Übergangs des Coloninhaltes durch die Fistel nach dem Ventrikel. Die Untersuchung mit Kontrastlavement klärte dagegen den Fall sofort auf. Die Kontrastflüssigkeit ging während der Irrigoskopie direkt aus dem Colon in den Ventrikel über.

Da ein Ulcus pepticum nunmehr eine recht oft beobachtete Komplikation nach einer G. E. ist, dürfen wir, zumal wenn eine hintere G. E. gemacht worden ist, mit der Möglichkeit rechnen, dass ein Magen-Colon- bzw. Magen-Jejunum-Colonfistel entstehen kann, und

zwar häufiger, als wir annehmen oder haben diagnostizieren können. Das klinische Bild kann, wie im Vorhergehenden beschrieben ist, recht wechselnd und in manchen Fällen weniger augenfällig sein, wird aber nur der Gedanke an eine Magen-Colonfistel wach gehalten, so haben wir in der röntgenologischen Untersuchung eine diagnostische Methode, die uns in dieser Frage exakte Aufschlüsse gibt.

Ich will nun zum Schluss eine zusammenhängende Beschreibung über den Gang der röntgenologischen Untersuchung und die für eine Magen-Jejunum-Colonfistel typischen Symptome geben. Bei der Untersuchung mit Kontrastbrei per os orientieren wir uns wie gewöhnlich über das Aussehen des Ventrikels, wobei recht wertvolle Aufschlüsse gewonnen werden können. Patienten mit einer Magen-Colonfistel sind in der Regel hochgradig abgemagert und lassen oft freie HCl im Ventrikelsekret vermissen, welche Umstände bisweilen Anlass zu der klinischen Diagnose Carcinoma ventriculi geben. Die Ventrikeluntersuchung kann hierbei in den meisten Fällen entscheiden, ob ein Carcinom vorliegt oder nicht. Danach wird die Entleerung durch die G. E.-Öffnung beobachtet, wobei schon in diesem Stadium der Untersuchung die Magen-Colonfistel durch eine direkte Entleerung nach dem Colon hin zu Gesicht kommen kann. In einzelnen Fällen lässt sich diese unmittelbare Entleerung verfolgen, in anderen wiederum ist das Bild schwer zu deuten, weil sich so viele Darmabschnitte zu gleicher Zeit füllen und das Colon sich nicht sofort mit der typischen Silhouette abzeichnet. Es ist leichter, die Verhältnisse zu beurteilen, wenn die schlimmste Entleerung vorbei ist und alles sich geordnet hat, wobei, falls eine Fistel vorliegt, das Descendens und das Transversum Brei zu dem Zeitpunkt enthalten, wo sie leer sein müssen und der übrige Teil des Breis noch präökak liegt.

Wenn sich die Magen-Colonfistel in diesem Abschnitt der Untersuchung nicht abzeichnet, wird die Zeit abgewartet, wo sich das Colon transversum gefüllt hat, wobei, wie in meinem ersten Fall, die Fistel hervortreten kann. Kommt die Fistel trotz guter Füllung des Colons nicht zu Gesicht, so kann man versuchen, den Patienten in hohe Beckenlage zu bringen und einen Druck auf das Colon auszuüben, und hierdurch den Übergang des Coloninhaltes in den Ventrikel erleichtern. Gelingt es, die Fistel zur Zeit der Füllung des Colons hervortreten zu lassen, so besitzt man grössere Möglichkeiten, die anatomischen Verhältnisse zu beurteilen, als beim Beginn der Untersuchung, wo die lebhafte Entleerung durch die verschiedenen Öffnungen stattfindet.

Die wechselnden und komplizierten Entleerungsverhältnisse mit Ventilverschluss in verschiedenen Richtungen, die bei einer Magen-

Colonfistel vorkommen, bewirken, dass die Fistel oft nicht bei der Untersuchung mit Brei per os zu Gesicht kommt. Alsdann führt eine Untersuchung mit Kontrastlavement in der Regel zum Ziel. In meinem zweiten und dritten Fall konnte die Diagnose auf Magen-Colonfistel erst bei der Irrigoskopie gestellt werden. Die Untersuchung mit Kontrastlavement spielt eine sehr wichtige und in vielen Fällen entscheidende Rolle bei der Diagnose einer Magen-Colonfistel, und mit Recht sagt FREUD, dass eine Röntgenuntersuchung eines gastro-enterostomierten Patienten nicht abgeschlossen ist, ehe das Colon mit einem Kontrastlavement gefüllt und eine Untersuchung auf dem Trochoskop auf das Vorhandensein einer Magen-Colonfistel hin gemacht worden ist. Auch HAENISCH betont die grosse Bedeutung der Irrigoskopie.

Der einfachste und schnellste Weg zum Ziel ist also die Irrigoskopie, deren Ausführung in keinem Fall von Verdauungsstörungen nach Gastroenterostomie, zumal wenn Diarrhöen das Krankheitsbild beherrschen, versäumt werden darf.

### ZUSAMMENFASSUNG

Im Anschluss an drei von Verf. beobachteten Fällen von Magen-Colonfistel auf Ulcusbasis werden die radiologischen Symptome besprochen. In keinem Falle kam bei der Untersuchung des Magens mit Hilfe von Kontrastbrei die Magen-Colonfistel zum Vorschein, sondern sie zeichnete sich im ersten Falle erst zur Zeit der Colonfüllung ab und in den zwei späteren erst bei der Irrigoskopie. Im erstgenannten Falle, wobei eine Magen-Jejunum-Colonfistel röntgenologisch diagnostiziert werden konnte, wurde zwischen Magen und Colon ein breites Schaltstück wahrgenommen. Ein solches ist nach KOHLMANN nie in früher publizierten Fällen bei Röntgenuntersuchung zum Vorschein gekommen. Anschliessend an seine Erfahrungen in diesem Falle betont Verf., dass man bei der Untersuchung einer Magen-Colonfistel nicht unterlassen darf, den Zeitpunkt, da sich das Colon auf physiologischem Wege füllt, abzuwarten, wobei man in einigen Fällen übersichtlichere Bilder erhält. Verf. hebt weiter die grosse Bedeutung der Irrigoskopie bei der Diagnose der Magen-Colonfistel hervor.

### SUMMARY

The author discusses the radiological appearances of gastro colic fistulae on ulcer base in connection with three cases observed by himself. In none of the cases was the fistula apparent on examination of the stomach by the opaque meal but became evident, in the first case, only on the colon filling up and in the two other cases only on irrigoscopy. In the first case in which one was able to diagnose a gastro-jejunal colic fistula röntgenologically a wide piece was noticed to be intercalated between stomach and colon. According to KOHLMANN there is no earlier record published of such a formation having been

detected by röntgen. On the strength of his experiences of these cases the author is emphasizing the importance of not omitting to wait, in examinations of gastro-colic fistulae, until the time has arrived for the colon to fill up physiologically; a general view is thereby obtained in a few cases. The author further emphasizes the great importance of irrigoscopy in the diagnosis of gastro-colic fistulae.

### RÉSUMÉ

Comme suite à trois cas qu'il a eu l'occasion d'observer lui-même de fistule gastro-colique sur base d'ulcère, l'auteur en discute les signes radiologiques. Dans aucun cas, l'examen de l'estomac à l'aide d'une bouillie de contraste ne permet de déceler l'existence de la fistule gastro-colique; elle ne se manifesta dans le premier des cas qu'après réplétion du côlon et, dans les deux derniers, qu'après une irrigoscopie (lavement colique). Dans le premier cas cité plus haut, où le diagnostic röntgenologique put être posé d'une fistule gastro-jéjunocolique, on put établir l'existence entre l'estomac et le côlon d'une large communication. Suivant KOHLMANN, une formation de ce genre n'a jamais été antérieurement observée à l'examen radiologique. S'appuyant sur les observations qu'il a faites à cet égard, l'auteur insiste sur la nécessité, dans l'examen des fistules gastro-coliques, d'attendre le moment où le côlon se trouve à l'état de réplétion physiologique, ce qui permet, dans certains cas, d'obtenir des images plus claires. L'auteur signale en outre l'importance de l'irrigoscopie dans le diagnostic des fistules gastro-coliques.





Fig. 2.



Fig. 1

8



Fig. 3.

AUS

1.

ge  
be  
de  
wo  
4-  
m  
sp  
un  
:Z  
w  
ka  
ä  
E  
ec  
ze  
ä  
zu

w  
g  
z

## EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE RÖNTGENSENSIBILITÄT DER NEBENNIEREN

von

*Hans Frey*

### 1. Mitteilungen über Röntgenbestrahlung der Nebennieren mit nachfolgender histologischer Untersuchung

Die ersten Mitteilungen über Nebennierenveränderungen, hervorgerufen durch Röntgenstrahlen, stammen von HARVEY (1908). Er bestrahlte bei 4 Meerschweinchen, ohne den übrigen Tierkörper abzudecken, teils die Ovarial-, teils die Testikelgegend mit 1—8 Sabouraud, wonach die Tiere 6—10 Stunden später getötet wurden resp. nach 4—5 Tagen starben. Bei 2 Kaninchen bestrahlte er das Abdomen mit 3 resp. 8 Sabouraud und tötete die Tiere 18 resp. 16 Tage später. HARVEY beschreibt Milz-, Ovarial- und Testikelveränderungen und fügt eine Notiz über Erscheinungen an den Nebennieren bei: «Zwischen den Zellen liegen überall Blutkörperchen in Gruppen, wobei es fraglich ist, ob man von wirklichen Haemorrhagien sprechen kann, aber die Blutkörperchen selbst sind allem Anscheine nach verändert (but the corpuscles themselves are altered in appearance)». Erst eine Abbildung hat den Titel: Suprarenal Guinea-Pig. Showing congestion, haemorrhages, and degenerative changes in the cells of zona fasciculata. HARVEY selbst glaubt, dass die Nebennierenveränderungen indirekter Art, als Effekt der frei werdenden Toxine aufzufassen seien (due to a poison formed).

A. v. DECASTELLO (1912) nahm dann die Versuche von HARVEY wieder auf, indem er bei Mäusen und Meerschweinchen die Lumbalgegend bestrahlte, ohne den übrigen Tierkörper mit Bleigummi abzudecken. Aus geringer Fokaldistanz erhielten die Tiere bis zu 5

Sabouraud-Noiré an einem oder mehreren Tagen, worauf sie nach 3—11 Tagen zugrunde gingen. Die Nebennieren waren nach starker Bestrahlung von graurötlicher Farbe und kleiner, auffallender war die Größenabnahme bei Mäusen als bei den Meerschweinchen. In Schnittpräparaten zeigten die Nebennieren starke Erweiterung der Gefässe und Blutungen sowohl in der Rinde als im Mark. A. v. DECASTELLO glaubt, dass die letale Kachexie und die Adynamie hauptsächlich auf die beschriebenen Nebennierenveränderungen zurückzuführen sei, *hat aber selbst gewisse Bedenken*, wenn er sagt: »Die Veränderungen in dem Organ (Nebenniere) können wohl kaum nur als zufällige Manifestationen der allgemeinen häemorrhagischen Diathese betrachtet werden, welche sich bei den Versuchstieren in zahlreichen kleineren und grösseren Hämorrhagien in Haut, Muskeln, Schleimhäuten und Eingeweiden geltend macht.«

Im Jahre 1912 veröffentlichten ZIMMERN u. COTTONET zuerst ihre Resultate betreffend der Behandlung von Hypertonikern durch Röntgenbestrahlung der Nebennieren. Obige Autoren machten mit MULON zusammen auch tierexperimentelle Studien an Hunden; im Zusammenhang beschrieben wurden sämtliche Untersuchungen in einer Dissertation von COTTONET (1913).

Bestrahlt wurden 29 Hypertoniker.

*Technik:* Eine Nebenniere nach der andern wurde den Röntgenstrahlen ausgesetzt und zwar je durch die Bestrahlung eines die Mittellinie tangierenden, kreisförmigen Rückenfeldes von 10 cm Durchmesser mit dem Zentrum auf der 12. Rippe. Richtung der Strahlen etwas nach vorn und innen, Brennpunkt Hautabstand 20 cm, harte Strahlen von 9—10° des BENOIST'schen Radiochromometers, 1 mm Al als Filter; die meisten Kranken erhielten Dosen von 6 H (Sabouraud-Noiré mod. nach Holzknecht) im Monat in zwei Sitzungen.

Am besten sprachen die 15 reinen Hypertoniefälle an, wobei eine Verminderung des Blutdruckes in 12 Fällen von 1—7 cm Hg erzielt wurde. Bei den einen blieb der Blutdruck während 6 Monaten dauernd tief, bei den andern waren Nachbestrahlungen nötig. Immerhin blieb der Blutdruck und das subjektive Befinden bei 3 Fällen unbeeinflusst. Von 7 Kranken mit Erscheinungen von Arteriosklerose ohne Albuminurie erhielten die Verfasser bei 6 Herabsetzung des Blutdruckes, funktionelle Besserung aber nur bei 4 Patienten. Bei 4 Hypertoniefällen mit Albuminurie erreichten sie Herabsetzung des Blutdruckes ohne Besserung der Albuminurie. Bei 3 Fällen mit Arteriosklerose und Albuminurie ergab die Behandlung weder eine Herabsetzung des Blutdruckes, noch eine funktionelle Besserung.

Die tierexperimentellen Studien von COTTONET, MULON u. ZIMMERN erstreckten sich einerseits auf die Messung des arteriellen Druckes in der Femoralis vor der Bestrahlung, bezw. vor der Tötung

der Tiere nach wiederholten Bestrahlungen; andererseits auf die histologische Untersuchung der bestrahlten Nebennieren.

*Technik:* Eine Nebenniere nach der andern wurde bestrahlt, bei 2 Tieren nur eine einseitige Bestrahlung ausgeführt. Kreisförmiges, die Medianlinie tangierendes Rückenfeld von 8 cm Durchmesser mit dem Zentrum auf der 12. Rippe. Harte Strahlen von 9—10° n. d. Radiochromometer von BENOIST, meist 1 mm Al, die Quantität auf der Haut gemessen mit dem Radiometer von Sabouraud-Noiré mod. nach Holzknecht. Die Tiere erhielten meist gewaltige Dosen von 5—186 H.

Von 4 Tieren, bei welchen der *arterielle Druck* in obiger Weise gemessen werden konnte, zeigten 2 keine Änderung desselben, 1 Tier eine ganz geringe Senkung und schliesslich 1 Tier, das in 47 Tagen die gewaltige Dosis von 82 H erhielt, eine geringe Erhöhung des arteriellen Druckes. Die Autoren erklären hier die *negativen Ergebnisse*, die im Gegensatz zu ihren positiven Erfolgen bei Hypertonikern stehen, damit, dass eben die normalen Nebennieren nicht ansprechen, viel eher die pathologisch veränderten.

Die Nebennieren von 10 Tieren, von denen 2 nur einseitig bestrahlt worden waren, kamen zur *histologischen Untersuchung*. Wichtig ist, dass die 2 Tiere, die nur einseitig bestrahlt wurden und zwar mit Dosen von 81 H bzw. 186 H, wodurch bei beiden Tieren an der bestrahlten Stelle ein enorm grosses und tiefes Röntgenuleus entstanden war, bei der histologischen Untersuchung, vorgenommen nach 97 resp. 185 Tagen, *absolut normale Nebennieren* aufwiesen. Von den 8 Tieren, die beiderseitig bestrahlt wurden, zeigten 4 Tiere, welche Dosen von 5—82 H erhielten und nach 9—47 Tagen getötet wurden, *absolut normale Nebennieren*. Von den 4 übrigen Tieren zeigten 2, bei denen die histologische Untersuchung erst einige Stunden nach erfolgtem Tode ausgeführt wurde, also *Leichenveränderungen* bereits manifest gewesen sein dürften, die stärksten pathologischen Erscheinungen an den Zellen; aber nicht nur in der Rinde, sondern auch im Mark. Von den 2 verbleibenden Tieren (bei beiden ist das Mark als schlecht fixiert angegeben!) wurde *Tier 5* in der Agonie getötet und zeigte einen geringen pathologisch-histologischen Befund, *nur bei Tier 6 kann von einer stärkern Schädigung der Nebennieren durch die Bestrahlung gesprochen werden*.

*Tier No. 3* erhielt 7 H und starb nach 6 Tagen an einer Haemorrhagie aus der zum Zwecke der Feststellung des arteriellen Druckes gesetzten Wunde. Es vergingen Stunden bis die histologische Untersuchung vorgenommen wurde. Glomerulosa normal, in den Fasciculata Zelldestruktionen und zahlreiche Haemorrhagien, gleiche Veränderungen in der Reticularis. Die Markzellen sind vakuolisiert und viele Kerne zeigen die Erscheinungen der Chromatolyse. *Tier No. 5* erhielt 11 H, magerte ab, verweigerte die Nahrung und wurde daher nach 8 Tagen getötet. Die hist. Untersuchung ergab: Eine stark ent-

wickelte, sonst normale Glomerulosa. In der Fasciculata einige destruierte Zellen und interstitielle Hæmorrhagien. Im Mark finden sich Zellen mit retrahiertem Protoplasma und hin und wieder Chromatolyse der Zellkerne, es wird von den Autoren als schlecht fixiert bezeichnet. *Tier No. 6* erhielt 70 H (teilweise ohne Filter) und wurde nach 43 Tagen getötet. Die histologische Untersuchung ergab: Normale Glomerulosa. In der Fasciculata zahlreiche Zellen in Cytolyse, Zellkerne in Chromatolyse, vakuolisiert und fragmentiert, so dass man zuerst an eine zahlreiche Invasion von polynukleären Leukozyten glauben könnte. In der Reticularis zeigten sich obige Erscheinungen weniger ausgesprochen. Das Mark wird als schlecht fixiert bezeichnet! *Tier No. 8* erhielt 68 H ohne Filter und wurde nach 7 Tagen tot aufgefunden. Bis zur histologischen Untersuchung vergingen einige Stunden. Die Glomerulosa zeigte nicht die normalen Zellen mit länglichen, cylindrischen Kernen, sondern grosse polyedrische Zellformen mit bläschenförmigen Kernen, vermehrte Lipoideinschlüsse von unregelmässiger Grösse; im Ganzen also Zelltypen wie sie der Fasciculata und der Uebergangszone der Glomerulosa zur Fasciculata entsprechen. Die Fasciculata zeigte bei fast allen Zellen Destruktionen, homogenes, hyalines Protoplasma ohne Granulation, die Zellgrenzen verwischt, die Zellkerne in Chromatolyse, vakuolisiert oder fragmentiert, schlecht- oder unfärbar, teilweise auch pyknotisch. Das gleiche Bild ergab sich in der Reticularis. Das Mark wies aber die gleichen Erscheinungen auf! Zelldestruktionen, Unfärbarkeit, Chromatolyse und Pyknose der Kerne.

V. SALLE und A. v. DOMARUS (1913) untersuchten in einer ausführlichen und technisch guten Arbeit die Nebennieren nach Thorium X-Injektionen bei Kaninchen und Meerschweinchen. Sie fanden nach schwachen Dosen auch bei längerem Ueberleben der Tiere und nach starken Dosen bei bald darauf getöteten Tieren Unregelmässigkeiten in der Markchromierung, teilweise auch Verstärkung derselben. Bei starken Dosen, wobei die Tiere nach Tagen und Wochen sich als allgemein schwer geschädigt erwiesen (Körpergewicht gewaltig vermindert, Untertemperaturen, Leukozytensturz von 8 400 auf 700, Blutungen in sämtlichen Organen, wie Herzmuskel, Lunge, Niere, Leber, Milz, Darm usf.), fanden sie den Lipoidgehalt stark herabgesetzt, die Chromierung äusserst schwach, die Venen des Markes stark erweitert, die Zona reticularis strotzend mit Blut gefüllt, oft auch hier mehrere kleine Blutungen, Vakuolisierung der Markzellen, die Kernfärbung der Zona reticularis im Vergleich zu den Kernen des Markes oft sehr schwach. In Anbetracht der schweren Veränderungen des Gesamtkörpers sind die Veränderungen an den Nebennieren ohne weiteres verständlich, es sind genau diejenigen, welche bei allen möglichen Intoxikationen gefunden werden; *eine direkte elektive Strahlenwirkung ist das keinenfalls*. So fanden PAPPENHEIM und PLESCH (1912), dass die Nebennieren von allen Organen die relativ geringfügigsten Zellveränderungen aufweisen.

O. STRAUSS (1921) berichtet über Bestrahlungsexperimente an weissen Mäusen und Meerschweinchen. Verabreicht wurden den

histologisch untersuchten Tieren 20, 40, 60, 80 und 100 % der HED, gelegentlich ungefiltert. Eine Verkleinerung der Nebennieren bei Mäusen, wie sie v. DECASTELLO gefunden hatte, war nicht festzustellen. Nach der Applikation grösserer Strahlendosen waren die Nebennieren hyperämisch. Mikroskopisch zeigten sich in der mittleren Rindenschicht teilweise umschriebene, teilweise diffuse Blutungen. Nach dem Zentrum nahmen diese an Ausdehnung zu. Die Zellen des Stratum reticulare waren teilweise aus dem Zusammenhang gelöst und von Blutmassen umgeben. Ein Lipoidschwind scheint nicht eingetreten zu sein. *Degenerationserscheinungen an Protoplasma und am Kern der Nebennierenzellen waren nicht festzustellen.* STRAUSS kommt zum Schluss, dass die an den Nebennieren erhobenen Befunde in nichts für das Organ charakteristisch sind. »An Milz, Leber, Pankreas, Uterus, Speicheldrüsen, kann man dieselben Feststellungen machen. Will man eine tatsächliche Zerstörung des Nebennierenepithels durch Bestrahlung ausführen, dann benötigt man dazu so hohe Dosen, dass eine Schädigung schwerster Art des Gesamtorganismus daraus resultiert.«

R. STEPHAN (1922) bestrahlte einer 58-jährigen Frau wegen Ca des Magens ein Rückenfeld in der Höhe der linken Nebenniere. Die Kranke starb nach 6 Wochen. Die Obduktion ergab eine starke Verkleinerung der linken Nebenniere gegenüber rechts, in der Hauptsache die Rinde betreffend. Mikroskopisch war fast das ganze Rindenparenchym bindegewebig organisiert. Das Mark liess keine Schädigung erkennen. Über evtl. kompensatorische Hypertrophie der rechten Nebenniere, welche als intakt angegeben wird, ist nichts gesagt. Die z. T. dem Strahlenkegel zugänglich gewesenen Organe — Leber, Pankreas, Niere, Darm — hatten ein normales Aussehen. Für STEPHAN ist es danach erwiesen, dass die einmalige Bestrahlung der Nebennieren mit einer Dosis, die an den Nebennieren höchstens 30 % der HED erreicht, zu einer Zerstörung des Rindenparenchyms führt, während das chromaffine Gewebe nicht erkennbar geschädigt wird. Bezuglich des Blutdruckes konnte STEPHAN bei der einseitigen Bestrahlung in keinem Fall von Hypertension eine sichere Beeinflussung konstatieren. In Bezug auf den Obduktionsbefund glaube ich nicht fehlzugehen, wenn ich dort einen zufälligen Befund annehme, der mit der Bestrahlung ursächlich nichts zu tun hat. Es ist höchst unwahrscheinlich, dass die mit einer Wirkungsdosis von 30 % der HED belegte Nebenniere, nach allem was wir über Röntgenschädigungen von auch anerkannt äusserst röntgenempfindlichen Gebilden wie z. B. dem Hoden (s. SCHINZ und SLOTOPOLSKY. Der Röntgenhoden), wissen, schon nach 6 Wochen sich als restlos bindegewebig organisiert erweist. Auch sämtliche andere Arbeiten, incl. die später zu

besprechende von HOLFELDER u. PEIPER, geben als Effekt der Röntgenbestrahlung mit gleichen oder höhern Dosen, bei nach dieser Zeitspanne untersuchten Nebennieren, nie etwas von bindegewebiger Organisation an.

LOEB (1923) konstatierte keine besondere Empfindlichkeit der Nebennieren gegenüber Röntgenstrahlen.

A. LACASSAGNE (1921) hatte gezeigt, dass an einem radioaktiven Herd im tierischen Gewebe zweierlei biologische Wirkungen zu unterscheiden sind, einerseits eine nekrotisierende, sich gleicherweise auf alle Gewebelemente erstreckende Wirkung in unmittelbarer Nachbarschaft des Herdes, andererseits eine *elektive* Wirkung auch auf entferntere Gewebelemente.

LACASSAGNE und SAMSSONOW (1923) haben durch Radiopunktur das Nebennierenmark zur Nekrose gebracht, ohne dass sie Veränderungen der Rinde feststellen konnten. Es ist wichtig, dass die Tiere dabei nicht eingingen und nach einiger Zeit wieder den Eindruck völliger Lebensfrische hinterliessen; wurde aber durch eine massivere Dosis auch die Rinde in den *nekrotisierenden* Bezirk einbezogen, kamen sie nach Tagen ad exitum.

HOLFELDER u. PEIPER (1923) stellten zahlreiche Versuche von Nebennierenbestrahlungen an Meerschweinchen an. Sie wurden dazu einerseits angeregt durch zwei klinische Fälle, wo nach Bestrahlung der Nebennierengegend wegen Ca des Rektums bezw. des Pankreas eine aussergewöhnliche Mattigkeit und hierauf eine Braunfärbung der Haut eintrat. Bei beiden Fällen gingen die Erscheinungen nach 8 resp. 12 Wochen völlig zurück (Die errechnete Wirkungsdosis an den Nebennieren betrug in einem Fall 100 % der HED). Andererseits waren es die von MIESCHER (1920) mitgeteilten Erfahrungen (welche auch im Frkf.-Rtg.-Institut bestätigt werden konnten), dass bei Bestrahlung des Magenfeldes, in dem auch die Nebennieren eine hohe Strahlendosis abbekommen, prozentual am meisten Fälle nachträglich einen Röntgenkater zeigen, welche zu den Tierexperimenten Veranlassung gaben und schliesslich wohl auch die vorher besprochene Veröffentlichung von STEPHAN (Frkf.).

Es wurden weibliche und männliche Meerschweinchen für die Bestrahlungsversuche verwendet. *Technik:* Querstreifen am Rücken in der Höhe der Nebennierengegend von 3.5 cm Breite als Bestrahlungsfeld. Symmetrieinstrumentarium, SHS-Röhre, 42 cm Parallelfunkensstrecke, 2 Milliampère sek. Belastung, 0.5 mm Zinkfilter, Fokus-Hautabstand 30 cm, Dosis auf die Rückenhaut 80—160 % der HED, errechnete Dosis an den Nebennieren  $\frac{3}{4}$  der Hautdosis. Einmal wurde eine Kreuzfeuerbestrahlung ausgeführt und auf jedes Hautfeld 160 % der HED verabfolgt, wobei die Dosis an den Nebennieren mit

180 % der HED errechnet wurde. Die Tiere wurden nach 14—70 Tagen getötet und die Nebennieren histologisch untersucht.

Von den 2 untersuchten männlichen Tieren erhielt Tier III 80 % HED auf die Rückenhaut. Das nach 14 Tagen getötete Tier zeigte histologisch eine unveränderte Glomerulosa und unverändertes Mark. In der Fasciculata und weniger häufig in der Reticularis zeigte sich eine grosse Zahl unregelmässig angeordneter Zellgruppen und vereinzelte Zellen, deren zentral liegende Kerne stark aufgehellt und von einer oder mehreren Vakuolen durchsetzt waren; oder aber es war lappenförmig und die Zellgrenzen vielfach unscharf. Zahlreiche Blutextravasate in Fascicularis und Reticularis. Das andere männliche Tier XIII mit einer Rückenhautdosis von 120 % der HED starb nach 22 Tagen bei zunehmender Schwäche. Die Nebennieren waren anormal schwer, zeigten in der Rinde multiple kleine Blutungen, unregelmässige Färbung des Protoplasmas, fleckweise vakuolisierende Kerndegeneration, Kernlappung und Pyknose. Am auffallendsten war aber die ausserordentlich grosse Lipoidverarmung der gesamten Rinde.

Von 5 bestrahlten weiblichen Tieren wurden 3 nach 70 Tagen getötet alle in gutem Ernährungszustand. Tier XVI hatte auf die Rückenhaut 80 % der HED erhalten, zeigte neben den bei Tier III beschriebenen Kernveränderungen, keine deutliche Zellabgrenzung in den zentralen Teilen, so dass ganze Zellgruppen wie verbacken aussahen, und wies verminderter Lipoidgehalt auf. Tier XV (100 % der HED) Kern und Zelldegeneration, multiple kleine Blutungen in der Rinde, verminderter Lipoidgehalt. Tier XIV (150 % der HED) vereinzelte Blutextravasate in der Reticularis, nur geringe degenerative Kernveränderungen, wenig Lipoidschwund. Tier V (160 % der HED) wurde nach 16 Tagen getötet. Die Glomerulosa der Nebennieren war unverändert. In der Fasciculata waren die Kerne nach innen zunehmend aufgehellt, wie aufgequollen. Zellkonturen vielfach nicht deutlich. Verminderter Lipoidgehalt, vielfach kleine Blutextravasate. In der Reticularis gleiche Zell- und Kernveränderungen. Massenhaft Pigment, welches bis in die mittlere Fasciculata sichtbar ist. Tier VII erhielt eine Kreuzfeuerbestrahlung wie oben angegeben und starb nach 4 Tagen. Es waren keine histologischen Veränderungen an den Nebennieren festzustellen, was die Verfasser auf die kurze Lebensdauer nach der Bestrahlung zurückführen.

Beim Betrachten der Bestrahlungsergebnisse bezüglich der Nebennieren gibt die Tatsache, dass die Schwere der Nebennierenschädigung nicht parallel läuft mit der angewandten Strahlendosis, zu Bedenken Anlass. Vergleichen wir z. B. die 3 weiblichen Tiere, welche alle nach gleicher Zeit bezüglich der Bestrahlung getötet wurden (und nur solche lassen sich ohne weiteres vergleichen), so ergibt sich folgendes: Die stärksten Veränderungen an den Nebennieren zeigte Tier XVI mit 80 % der HED auf der Haut, schwächere Veränderungen ergaben sich bei Tier XV (100 % der HED) und minimale Veränderungen gegenüber der Norm wies Tier XIV (150 % der HED) auf. Alle diese Tiere hatten in der Zeit nach der Bestrahlung an Gewicht zugenommen, zeigten aber im Verhältnis zu diesem relativ hohe Neben-

nierengewichte und teilweise grosse Unterschiede zwischen links und rechts, besonders Tier XVI.

Ueberprüfen wir in dieser Beziehung Tier V, das von den weiblichen Tieren nach Tier XVI die stärksten Nebennierenveränderungen zeigte, so ist dort das enorm hohe Nebennierengewicht von 750 mgr l. und 800 mgr r. bei einem Körpergewicht von 600 gr vor der Bestrahlung, bzw. 560 gr bei der nach 16 Tagen erfolgten Tötung des Tieres, in die Augen springend. Das nach 22 Tagen ad exitum gekommene männliche Tier XIII zeigte ebenso extrem hohe Nebennierengewichte, was mit den hier von den Verfassern hervorgehobenen zahlreichen Blutungen in der im allgemeinen blutreichen Rinde zusammenhängen mag; immerhin stimmt auch dieser Befund nicht überein mit den Mitteilungen anderer wie z. B. v. DECASTELLO, welcher trotz Blutungen die Nebennieren verkleinert fand.

SCHINZ (1924) prüfte die aufsehenerregenden Angaben der Frankfurter Autoren HOLFELDER und PEIPER am Kaninchen nach und konnte die Resultate nicht bestätigen. Da die Untersuchung sich auf Haematoxylin-Eosin-Präparate beschränkte, wurden die Ergebnisse nicht ausführlich veröffentlicht, sondern wurde nur kurz darüber berichtet (Vgl. SCHINZ. Grundfragen der Strahlenbiologie).

Bei seinen Untersuchungen über Stoffwechselstörungen nach Bestrahlung der Leber belegte R. TSUKAMOTO (1924) das Organ bei einigen Kaninchen von vorn und hinten (Feldgrösse 6 × 8 cm) z. T. mit gewaltigen Dosen, wobei die rechte Nebenniere sicher mitgetroffen wurde. Die Sektion ergab *in keinem der Fälle* (weder makroskopisch noch mikroskopisch) Veränderungen an den Nebennieren.

In einer Arbeit über die Beeinflussung von Tierorganen durch Röntgenbestrahlung (Hund, Katzen, Kaninchen; Rückenfeld in der Höhe der Nieren von entsprechender Grösse; Dosen bis  $6 \frac{1}{2}$  HED) erwähnt G. GABRIEL (1926) neben Erscheinungen an den Nieren, Rückenmark und Leber (Hyperämie) auch Veränderungen bei den Nebennieren. Er fand, im Gegensatz zu HOLFELDER und PEIPER, bei manchen Tieren (namentlich Katzen) die Nebennieren klein, die Rinde schmal und Erweiterungen der Markkapillaren, daneben in der Zona fasciculata und reticularis, ähnlich wie diese, Vakuolisierung und Pyknose der Kerne.

## II. Mitteilungen über die Röntgensensibilität der Nebennieren ohne histologische Untersuchung

In Bezug auf unser Thema sind die weitern Angaben über das Verhalten des Blutdruckes und die Untersuchungen über die Blut- und Harnzuckerwerte nach Röntgenbestrahlung der Erwähnung wert. Im-

merhin ist hier bei der Bewertung, in Anbetracht der vielen noch ungelösten biologischen Fragen, äusserste Zurückhaltung am Platz. Daneben sind die Arbeiten über den *Adrenalingehalt* der Nebennieren nach Bestrahlung von Wichtigkeit.

Schon 1904 von WIESNER und 1905 von GOLOBININ wurde versucht, durch Bestrahlung der Nebennieren bei Krankheiten (z. B. bei Morbus Addison) heilend zu wirken; von einem Erfolg konnte dabei nicht die Rede sein. OPPEL (1913) ging theoretisch schon richtiger vor, wenn er eine Herabsetzung der Hyperadrenalaemie, die er als Ursache der REYNALD'schen Gangrän ansah, durch Bestrahlung der Nebennieren zu erreichen suchte. Eine Besserung dieser Krankheit trat aber im Anschluss an die Bestrahlung nicht ein.

### 1. Über das Verhalten des Blutdruckes nach Röntgenbestrahlung

Bestätigt wurde das Resultat von ZIMMERN u. COTTEMOT durch QUADRONE (1913), der 5 Hypertoniefälle der Bestrahlungsbehandlung unterzog und bei 4 Fällen eine Herabsetzung des arteriellen Druckes von 3—4 cm Hg erzielte. Nach demselben verschwand das Adrenalin im Blut bei zwei Fällen, wo es vor der Bestrahlung nachgewiesen werden konnte, wobei aber auf die Ungenauigkeit, ja Unmöglichkeit des chemischen Nachweises von Adrenalin im zirkulierenden Blut hingewiesen sei! Gegenüber ZIMMERN u. COTTEMOT betonte GROEDEL (1913), dass er keine Blutdruckherabsetzung erreicht hatte durch Röntgenbestrahlung der Nebennieren bei 2 Patienten mit Hypertension (allerdings mit Arteriosklerose), obschon er noch grössere Dosen als jene verwendete. SERGENT und COTTEMOT (1914) berichten hingegen ebenfalls von Erfolgen bei der Bekämpfung der Hypertonie durch Bestrahlung der Nebennierengegend. LEVY-DORN u. WEINSTEIN (1921) untersuchten bei einigen Personen das Verhalten des Blutdruckes nach Röntgenbestrahlung der Gegend des elften Brustwirbels. Zwei Versuchspersonen erwiesen sich in der Folge als ungeeignet, da ihr Blutdruck auch bei völliger körperlicher und seelischer Ruhe sich innerhalb kürzester Zeit sehr schwankend zeigte (100 und 75 mm bzw. 120 mm und unmessbare Kleinheit).

**Technik:** Apexapparat, Müller-Siederöhre, Filter 3 mm Al, Dosis bei 24 cm Antikathodenabstand 33—100 % der HED bzw. bei 36 cm 100 % (n. Wasserphantommessungen erhielten dann die 5 cm v. d. Rückenhaut entfernten Nebennieren 10—35 % der HED). Bei 10 so bestrahlten Personen zeigte der Blutdruck nie grössere Schwankungen. Die Erhöhung oder Senkung betrug bis 15 mm Hg. In 6 Fällen wurde vorher oder nachher eine andere Gegend — Brust, Skapula, Kreuzbein — in gleicher Weise wie die Nebennierengegend bestrahlt und dabei der Blutdruck in gleicher Weise verändert gefunden, aber mit etwas vermindernden Ausschlägen. Die Dauer der Veränderung war jeweils nach Stunden zu bemessen.

In der Folge berichtete dann GROEDEL (1922) von einem Sinken des Blutdruckes in der Mehrzahl der Fälle nach beiderseitiger Eierstockbestrahlungen (je 1 HED) bei Frauen mit klimakterischen Beschwerden. WORMERSHÄUSER (1923) untersuchte unter möglichster Berücksichtigung aller Fehlerquellen den Blutdruck bei 90 Patientinnen, von welchen 30 wegen Ca (auch Mammakarzinome), 9 wegen Myomen, 17 wegen klimakterischen Blutungen, 25 zwecks temp. Kastration, 9 zwecks Milzreizung bestrahlt wurden. In 75 % der Fälle

**Tab. 1. Zusammenstellung der 7 am eingehendsten geprüften Fälle n. Levy-Dorn u. Weinstein**

Geschlecht	Alter	Dosis an den Nebennieren	Blutdruck
m.	56 J.	15 % der H. E. D.	erhöht
m.	23 J.	20 % >	>
m.	30 J.	35 % >	unbeeinflusst
w.	20 J.	10 % >	wenig erhöht
w.	34 J.	25 % >	unbeeinflusst
w.	54 J.	10 % >	gesenkt
w.	26 J.	30 % >	>

fand er deutliche Herabsetzung des Blutdruckes (bis 5 cm Hg). Die Erniedrigung des Blutdruckes war zum Teil wochenlang festzustellen. Schwache Herabsetzung wurde bei schwacher Bestrahlung (z. B. Milzreizdosen) und bei Arteriosklerose erzielt; den niedrigsten Blutdruck- entsprachen hohe Leukozytenwerte. Durch direkte Vagusreizung (sube. 0.0005 Pilokarpin) wurde ein in allen Teilen ähnliches Resultat erzeugt. STRAUSS und ROTHER (1924) fanden bei Bestrahlung der Oberbauchgegend von Kaninchen mit 1 HED (Filt. 0.5 Cu + 3 Al, 200 KV, 2 MA, Abst. 25 cm) ein Sinken des Blutdruckes von 70 mm max. auf 30 mm max.; die grösste Senkung wurde 2 Stunden nach der B-Strahlung festgestellt, noch am 3. Tag war der Blutdruck tief unter der Norm. Da nach Atropinisation des Tieres die Senkung ausblieb, (wobei durch das Atropin allein merkwürdigerweise keine Steigerung des Blutdruckes konstatiert werden konnte), kommen die Autoren zum Schluss, dass eine Parasympathicusreizung der Grund der Blutdrucksenkung sei. Bei blosser Hautbestrahlung, wobei aber nicht alle für die Eindeutigkeit notwendigen Kontrollversuche gemacht worden sind, fanden sie ebenfalls starke Herabsetzung des Blutdruckes.

Eine Würdigung der hierüber bestehenden Literatur ergibt, dass eine *Herabsetzung* des Blutdruckes durch Bestrahlung *in der Mehrzahl der Fälle* eintritt. Deutlich wird diese nur bei hohen Dosen; der Hochdruck wird stärker beeinflusst im Sinne einer Herabsetzung als der normale Blutdruck, wo arteriosklerotische Veränderungen feststellbar sind, ist die Herabsetzung gering. Es ist bei den wenigen hierüber angestellten Versuchen und bei den vielen ungelösten biologischen Problemen unmöglich mit Sicherheit die Herabsetzung zu erklären. Die Herabsetzung lässt sich aber *keineswegs nur da* feststellen, *wo die Nebennieren im Strahlenkegel liegen*. LEVY-DORN u. WEINSTEIN konnten bei Bestrahlung der Nebennierengegend mit Hautdosen unter 1 HED nur in einzelnen Fällen *eine ganz geringe Herabsetzung* erzielen, dann war sie auch bei Bestrahlung einer andern Gegend feststellbar; wenn die Ausschläge hier geringer waren, liegt das sehr wahrscheinlich daran, dass eben dort die von den Strahlen getroffene Gewebsmasse immer grösser war.

## 2. Über das Verhalten der Blut- und Harnzuckerwerte nach Röntgenbestrahlung

Für ZIMMERN u. COTTENOT ist ein zugleich bestehender Diabetes eine Gelegenheitsindikation bei der Behandlung der Hypertonie durch Nebennierenbestrahlung. Sie fanden bei einem Fall von Hypertension mit Diabetes wohl eine Verminderung des Blutdruckes mit subjektiver Besserung, aber der einige Tage nach der letzten Bestrahlung bestimmte Zuckergehalt des Urins war auf das doppelte gestiegen und erst nach 1 Monat waren wieder Werte wie vor der Bestrahlung zu konstatieren. ZIMMERN u. COTTENOT sehen die Ursache der vermehrten Glykosurie in der Mitbestrahlung der Leber. Diese Ansicht fanden sie gestützt durch die Versuche von MÉNÉTIER, TOURAINE u. MALLET einerseits und AUBERTIN u. BORDET andererseits, welche nach Leberbestrahlung Vermehrung der Zuckerausscheidung bei Diabetikern feststellen konnten. DRESEL (1920) berichtet über Nebennierenbestrahlung bei 3 Diabetikern. Um eine Mitbestrahlung des Pankreas auszuschliessen wurde vorerst nur die rechte Nebenniere bestrahlt. *Technik:* Rückenfeld auf der Höhe der r. Nebenniere von 8 cm Durchmesser. Coolidge-Röhre, Veifa-Reformapparat, 0.2 mm Cu + 3 mm Al, Fokus-Hautdistanz 22 cm,  $2\frac{1}{2}$  MA. Am ersten Tag wurde  $\frac{1}{2}$  HED verabreicht, am 2. od. 3. Tag wieder  $\frac{1}{2}$  HED, bei 2 Patienten später nochmals  $\frac{1}{2}$  HED. Kurz nach der Bestrahlung fand sich immer ein etwas höherer Blutzuckergehalt; nach 2 Stunden waren aber die Blutzuckerwerte immer erheblich niedriger (Senkung bis zu normalen Werten), stiegen aber immer wieder nach Tagen und Wochen zur alten Höhe an. Bei einem Patienten wurde 5 Monate später auch die linke Nebenniere mit 1 HED belegt und wieder sank der Blutzuckerwert. DRESEL sah *nie eine Schädigung der Nebennieren*. Gegenüber ihm sei hier bemerkt, dass bei der Bestrahlung der rechten Nebenniere wohl auch eine Mitbestrahlung des Pankreas erfolgt. Ähnliche Bestrahlungen wie DRESEL machte A. STEPHAN (1920), welcher 2 Diabetesfälle durch *Pankreasreizdosen* zu beeinflussen suchte. *Technik:* Fürstenau-Coolidge-Glühkathodenröhre, Veifa-Reformapparat, 160 KV,  $2\frac{1}{2}$  MA, Filt. 0.5 Zn + 3 Al, Rückenfeld von  $10 \times 12$  cm, Abstand 26 cm, Dosis jeweils ca. 100 — 200 Fürstenau, 13 Tage nach der ersten Bestrahlung wurde nochmals gleich bestrahlt. Ca. 350 Fürstenau entsprachen bei der vom Verfasser gewählten Anordnung 1 HED. STEPHAN konstatierte eine doppelte Phase der Röntgenstrahlenwirkung; eine primäre, im unmittelbaren Anschlusse an die Strahleneinwirkung einsetzende Verminderung der Harnzuckerwerte und eine Spätwirkung (nur bei einem Fall ausgeprägt), die in einer allmählig zunehmenden Erhöhung der Kohlehydrattoleranz bestand. KAZNELSON u. LORANT (1921) fanden Erhöhung des Blutzuckerspiegels nach der Bestrahlung der lymphocytenreichen Organe des Oberbauches (Dosis ca. 300 Fürstenau, Filt. 5 mm Al). Bei Kniebestrahlung mit gleicher Dosis trat nie eine Änderung der Blutzuckerwerte auf. Da die Verfasser bei Proteinkörperinjektionen den Blutzuckerspiegel ähnlich verändert fanden, sehen sie im Zerfall der Lymphocyten die Ursache für das Ansteigen des Blutzuckers. Zu ähnlichen Resultaten kam NÜRNBERGER (1921), der bei einigen Fällen eine Koinzidenz der höchsten Blutzuckerwerte mit den tiefsten Lymphocytenzahlen feststellte. TSUKAMOTO (1924) bestrahlte die Leber von Kaninchen (je ein ventrales und dorsales kreisrundes Feld von 10 cm Durchmesser, Hautdosis je 1 HED, Filt. 0.5 Cu + 1 Al). Der Verlauf der Blutzuckerwerte resp. -kurve war darauf

verschieden, je nach der Fütterung. Im allgemeinen trat mit dem 2. bis 3. Tag eine Erhöhung ein (zackiger Verlauf der Kurve), die einige Zeit anhielt; bildete sich eine Senkung progressiv aus, war die Aufnahme von Kohlehydraten ungenügend. Bei Brust- oder Oberschenkelbestrahlung blieb die vorübergehende Erhöhung aus. Untersuchungen über den Blutzuckerspiegel durch STRAUSS u. ROTHER (1924) ergaben bei einer Reihe von Menschen nach Bestrahlung der Oberbauchgegend mit  $\frac{1}{2}$  HED (200 KV, 2 MA, Abst. 30 cm, 0.5 Cu + 3 Al, 10 × 15 cm Feldgrösse) zunächst eine Senkung. Nach 24—48 Stunden war der Blutzuckergehalt gegenüber dem Ausgangswert erhöht. Beim Kaninchen konnte immer nur eine vorübergehende Steigerung nach Bestrahlung beobachtet werden. Bei Bestrahlung der freigelegten linken Nebenniere eines Hundes direkt mit 1 HED, nachdem die rechte Nebenniere vor 7 Tagen operativ entfernt worden war, fanden STRAUSS u. ROTHER zunächst ein Ansteigen des Blutzuckers, was mit Recht als Operations- und Narkosewirkung gedeutet wird. Es folgte hierauf vom 3. Tage an eine leichte Senkung, wobei nach 3 Wochen beim besten Wohlbefinden des Tieres ein Wert von 0.06—0.07 % festgestellt wurde (gegenüber 0.10 % vor der Bestrahlung). RISSE u. POOS (1926) bestätigten die Angaben von STRAUSS u. ROTHER betreffend der Hypoglykaemie resp. nachfolgender leichter Hyperglykaemie beim Menschen, wobei die rascheste Senkung bei Oberbauchbestrahlung festzustellen war. Jene suchten auf einem neuen Wege Klarheit über die Erscheinungen bei Bestrahlung der Oberbauchorgane zu erlangen. Sie wählten das Kaninchenauge als Testobjekt, wobei die Iris mit ihrem parasympathisch innervierten Sphincter und dem sympathisch innervierten Dilatator sicherlich sehr gut geeignet ist zur Feststellung einer Gleichgewichtsverschiebung des innersekretorisch beeinflussten vegetativen Systems. Durch Exstirpation des Ganglion cervicale supremum erhält überdies der Dilatator pupillae eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Adrenalin. Nach der Bestrahlung (Neo-Symmetrie-Apparat R. G. S., Metroröhre, 176 KV, 3—3.5 MA, Filt. 0.5 Cu, Fokus-Hautabstand 25 cm, Feldgrösse 8 × 8 cm, Zentralstrahl auf den untersten Brustwirbel gerichtet) der Oberbauchgegend mit 15—120 e trat trotz Atropinisierung nach 4—35 Stunden (je nach Dosis, sowie nach dem Alter und der Rasse des Versuchstieres) eine Miosis auf. Eine flüchtige, ganz geringfügige Mydriasis unmittelbar nach der Bestrahlung zeigte sich nur am überempfindlichen Auge. Bei Starkbestrahlung (125 und 135 e) trat keine Miosis, sondern eine unmittelbar nach der Bestrahlung einsetzende Mydriasis ein, die beim stärker bestrahlten Tier nach 3 Stunden das Maximum erreichte und mit dem Wiedereintritt der Lichtempfindlichkeit sich nicht mehr geltend machte. Im Gegensatz zur Adrenalinmydriasis war die Mydriasis auf der nicht operierten Seite stärker als auf der operierten. Eine Lähmung der Nebennierentätigkeit tritt also bei einer Bestrahlung bis zu 135 e nicht ein, eine Reizwirkung auf die Nebenniere bei 135 e wird wahrscheinlich nur durch die jetzt aufgehobene Parasympathikuswirkung vorgetäuscht, die bei schwacher Bestrahlung sich zeigende Miosis muss in der direkten Reizung des Parasympathicus ihren Grund haben. Die Verfasser bezeichnen nach ihren interessanten Versuchen, welche sich auch auf pankreas- und nebennierenextirpierte Tiere ausdehnen, das Insulin als parasympathisch reizenden inkretorischen Stoff.

In seinem Beitrag zur Allgemeinwirkung der Röntgenstrahlen auf den menschlichen Organismus berichtet LAPATANIS (1926) über Blutzuckerbestimmungen nach 17 gynäkologischen Bestrahlungen mit schwachen Dosen. Die Blutzuckerwerte vor der Bestrahlung zeigten grosse Schwankungen von 0.063—

0.168. Im allgemeinen fand er nach 1 Stunde einen Abfall, nach 24—48 Stunden einen kompensatorischen Anstieg. In einer Notiz über Bestrahlung der Oberbauchorgane von Kaninchen mit 30 % der HED berichtet er ohne Angabe der Untersuchungszeit nur über einen Anstieg des Blutzuckers nach Bestrahlung.

Die Angaben über das Verhalten der Blut- und Harnzuckerwerte nach Bestrahlung sind vorerst recht widersprechend. Die Verschiedenheit der Befunde ist sicher zum grossen Teil nur eine scheinbare, da nicht immer zur gleichen Zeit untersucht wurde. Im allgemeinen tritt vorerst eine Senkung ein und hierauf eine leichte Steigerung, in stärkerem Masse feststellbar bei Bestrahlung der Oberbauchorgane. An der vorerst sich einstellenden Verminderung ist eine stärkere Ausschüttung des Pankreashormons beteiligt (RISSE u. POOS). Nach ihnen müsste die Senkung bei stärkerer Bestrahlung der Oberbauchorgane ausbleiben, wie es auch bei Kaninchenversuchen angegeben wird (STRAUSS u. ROTHER, LAPATSANIS). Worauf die Vermehrung beruht, kann nicht gesagt werden. In Bezug auf unser Thema am wichtigsten ist der Versuch einer isolierten Bestrahlung der allein im Körper zurückgebliebenen rechten Nebenniere (STRAUSS u. ROTHER). Ob die hierauf festgestellte geringe Senkung nicht ihre Ursache in der Versuchsanordnung hatte (Kontrollversuche ohne Bestrahlung sind nicht gemacht worden) bleibe dahingestellt; aber auch ohne das zeugt obiger Versuch nicht für eine hochgradige Sensibilität der Nebennieren, speziell wenn man berücksichtigt, dass *trotz Verabfolgung einer ganzen HED direkt auf die allein im Körper zurückgebliebene, freigelegte Nebenniere in einer dreiwöchigen Beobachtungszeit an dem Befinden des Tieres nichts nachteiliges bemerkt werden konnte.*

### 3. Über den Adrenalingehalt bestrahlter Nebennieren

EISLER u. M. HIRSCH (1913) untersuchten die blutdruckbeeinflussende Wirkung von Nebennierenextrakt bestrahlter Ratten und kamen zum Schluss, dass durch eine intensive Röntgenbestrahlung die Adrenalinproduktion der Nebennieren herabgesetzt wird. Das ganze Tier wurde jeweils bestrahlt mit 150—200 x (Kienböckeinheiten), bei welcher Dosis die Tiere unter Abmagerung nach einigen Tagen zugrunde gingen. Der Nebennierenextrakt wurde erst einige Stunden nach dem Tode hergestellt, während der Extrakt des Kontrolltieres n. a. nicht von leichenveränderten Nebennieren stammte. Unter Berücksichtigung der ganzen Versuchsanordnung sind die obigen Resultate für die Feststellung der Röntgensensibilität der Nebennieren nicht zu verwerten. HESSE (1921) hat im Auftrag von OPITZ den Adrenalingehalt den Nebennieren bestrahlter Meerschweinchen untersucht, wobei er ein kleines Rückenfeld der Tiere in der Höhe der Nebennieren mit 120—800 e belegte. Die Bestimmung des Adrenalingehaltes geschah z. T. sofort, z. T. erst nach längerem Ueberleben

der Tiere, spätestens nach 8 Tagen nach der FOLIN'schen Methode. HESSE fand bei 9 Tieren nach Dosen von 700—800 e eine erhebliche Abnahme (bis zur Hälfte des normalen Adrenalingehaltes). Auch bei geringeren Dosen (120—250 e) konstatierte er noch *in einigen Fällen Abnahme, in andern dagegen ein Gleichbleiben des Gehaltes an wirksamer Substanz*. Bei Oberschenkelbestrahlungen (700—800 e) unter sonst gleichen Bedingungen ergab sich eher eine geringe Erhöhung des Gehaltes an Adrenalin in den Nebennieren. Ähnliche Resultate ergaben Versuche von DAVID und A. HIRSCH (1922). Sie führten bei Kaninchen und Meerschweinchen *an den freigelegten Organen* mit Hilfe eines konischen Bleiglastubus isolierte Bestrahlungen einer Nebenniere aus und zogen die andere zum Vergleiche heran (Symmetrieapparat, Müller S. H. S.-Röhre, 39 cm Funkenstrecke, 1,8—1,9 MA, Abstand 23 cm). Sie fanden bei 1 HED in 86 % der Fälle eine Herabsetzung, bei 14 % eine Steigerung des nach AUTHENRIETH und QUANTMEYER kalorimetrisch bestimmten Adrenalingehaltes; bei  $\frac{3}{4}$  HED in 50 % der Fälle eine Herabsetzung und in 50 % eine Steigerung, bei  $\frac{1}{4}$  HED aber immer eine Steigerung. Immerhin ist dabei zu bemerken, dass von den Verfassern wohl Kontrollversuche über den Einfluss der Narkose, über den Einfluss der Operation und die Tötungsart gemacht worden sind, nicht aber Kontrollversuche über die Wirkung des direkt auf die freigelegten Nebennieren aufgesetzten Tubus ohne Bestrahlung, wobei sicher die mannigfachen und lange dauernden Berührungs- und Druckkreize (hervorgerufen durch die unvermeidlichen Bewegungen des Tieres) nicht ohne jeden Einfluss bleiben können.

Die darüber angestellten Versuche, von welchen eigentlich nur diejenigen von HESSE der Kritik standhalten, zeigen, dass *nur bei sehr hohen Dosen*, die jedes andere Organ funktionell und morphologisch auch beeinflussen, *eine Abnahme des Adrenalingehaltes* der Nebennieren festzustellen ist.

*Die Mitteilungen unter I und II, welche so ziemlich alle experimentellen Ergebnisse in Bezug auf unser Thema umfassen, sprechen in der Mehrzahl gegen eine hohe Röntgensensibilität der Nebennieren, wie sie z. B. von STEPHAN einerseits, HOLFELDER u. PEIPER andererseits angenommen wird. Gegen diese zeugen auch gerade die ersten hierüber erschienenen Arbeiten (HARVEY, COTTENOT, MULON u. ZIMMERN) namentlich die Tierversuche von COTTENOT, MULON u. ZIMMERN.*

### III. Eigene tierexperimentelle Untersuchungen

Es war meine Aufgabe, die diversen ausführlich dargestellten Meinungen über die Röntgensensibilität der Nebennieren im Tierexperiment nochmals zu prüfen. Die Nachprüfung sollte sich dabei speziell auf die Versuche von HOLFELDER und PEIPER beziehen. Die Versuchsanordnung war folgende:

1. Im *Haematoxylin-Eosin-Präparat* sollten die Kern- und Plasmstrukturen bestrahlter Nebennieren im Vergleich zu unbestrahlten Nebennieren untersucht werden.
2. Die *Chromaffinität* bestrahlter und unbestrahlter Nebennieren sollte verglichen werden.
3. Der Vergleich sollte sich auch auf den *Lipoidgehalt* derselben erstrecken.
4. Durch *quantitativ-histologische* Analyse sollte eine evtl. vorhandene, relative oder absolute Zu- oder Abnahme einzelner Gewebsbestandteile der Nebennieren gegenüber den normalen Kontrollen festgestellt werden.

**Technik:** Die Nebennieren von *Meerschweinchen* wurden unter Vermeidung jeglicher Zerrung und jeglichen Druckes sofort nach der Tötung (Kopfschlag) den Tieren entnommen. Bezuglich der histologischen Verarbeitung je einer Nebenniere hielt ich mich an die Vorschriften von PFEIFFER u. JARISCH (1920), die völlig gleiche Bedingungen für die Chromierung und für die Lipoidfärbung (Extraktion von Lipoiden durch die Fixationsflüssigkeiten!) gewährleisten. Alle diese Nebennieren wurden in 20 ccm eines Gemisches von 90 ccm 3,5 %iger Kaliumbichromatlösung und 10 ccm 40 %igem Formol 24 Stunden fixiert, kamen dann während 48 Stunden in 20 ccm einer 3,5 %igen Kaliumbichromatlösung und wurden hierauf während 48 Stunden in fliessendem Wasser gewässert. Dann wurden sie in Gefrierschnitte von 10  $\mu$  Dicke zerlegt und solche aus jeder Region teils ungefärbt auf die Chromaffinität des Markes, teils mit Sudan III gefärbt auf den Gesamtlipoidgehalt untersucht. Jede weitere Färbung z. B. mit Haematoxylin ist unzulässig, wenn man Vergleichsobjekte haben will.

Die *Chromierbarkeit der Markzellen* gibt uns Anhaltspunkte über den Funktionszustand des Adrenalsystems. Der Parallelismus zwischen dem Gehalt an spez. Sekret des Nebennierenmarkes und der Chromierungsfähigkeit ist sichergestellt, unberücksichtigt mag hierbei bleiben, ob die Chromreaktion für das Adrenalin selbst oder seine Vorstufe charakteristisch ist. Die genaue *Bestimmung der Lipoidmengen* einer Nebenniere ist überaus schwierig. Ich verweise diesbezüglich auf die Arbeit von HAMMAR. Seine komplizierte Methode kam aber für mich aus äussern Gründen nicht in Betracht. Ich prüfte die Lipoidmengen kalorimetrisch an 10  $\mu$  dicken Gefrierschnitten, gefärbt mit Sudan III bei einer Färbungszeit von  $\frac{3}{4}$  Stunden, wodurch ein gewisses Maximum der Färbung erreicht wird (HAMMAR). Selbstverständlich wurde daneben auch mikroskopisch auf ihre Lokalisation und auf ihre verschiedenen Erscheinungsformen untersucht.

Die andere Nebenniere fixierte ich jeweils nach den Angaben von STIEVE (1923). Vorerst kamen sie sofort nach der Tötung des Tieres unzerschnitten in eine auf 37° C erwärmte Mischung von 76 Teilen

gesättigter wässriger Sublimatlösung, 4 Teilen Eisessig und 20 Teilen konzentriertem Formol. Nach  $1\frac{1}{2}$  Stunden Fixation im Thermostaten wurden die Nebennieren jeweils in zwei Hälften geschnitten und weitere  $1\frac{1}{2}$  Stunden fixiert. Hierauf wurden die Objekte für  $2 \times 24$  Stunden in 70 %igen Jodalkohol gebracht zur Entfernung des Sublimats. Nunmehr folgte die Härtung in jeweils um 5 % konzentrierterem Alkohol und schliesslich die Einbettung über Chloroform in Paraffin. Alle Prozeduren bis zur Einbettung vollziehen sich im Thermostaten bei  $37^\circ$  C. Versuchsweise habe ich auch einige Stücke dem gewöhnlichen Einbettungsverfahren nach Formalinfixation unterworfen und mich von den grossen Vorzügen des Vorgehens nach STIEVE überzeugt. Gefärbt wurden die Schnitte mit *Haematoxylin-Eosin*, WIESEL, VAN GIESON und *Eisenhaematoxylin* nach HEIDENHAIN.

WIESEL gab seine Färbung *nur für die chromierten Organe* an, um dort durch die Weiterbehandlung mit Wasserblau und Saffranin eine schöne grüne Farbe der Markzellen zu erhalten. Das Protoplasma der übrigen Zellen wird bei sorgfältiger Ausführung seiner Vorschrift hellblau und die Kerne rot. Wird nun zu stark mit Alkohol entfärbt, blassen auch die Kerne ab; verbleibt der Schnitt etwas länger in Alkoholxylool und Karbolxylool, so werden auch die Kerne, obwohl vorher in Alkohol nicht zu stark differenziert wurde, vollständig blau. Bei schlecht, in Formalin fixierten Präparaten habe ich von der Nebenniereareticularis unbestrahlter Meerschweinchen ganz ähnliche Bilder bei falschem technischen Vorgehen bezgl. der ganz heiklen Färbung erhalten, wie sie Abb. 8 (Bestrahlte Nebennieren) der Arbeit von HOLFELDER u. PEIPER zeigt. Auch andern Untersuchern hat sich die Wieselfärbung für die Rinde nicht bewährt (KOLDE).

Beim Studium der normalen Meerschweinchennebenniere aus der Literatur und aus eigenen Untersuchungen ging hervor, dass es vorteilhafter war, *nur männliche Tiere zu den Bestrahlungsversuchen zu gebrauchen. Die männlichen Tiere zeigen im allgemeinen eine viel grössere Konstanz des mikroskopischen Bildes.*

Bei den männlichen Tieren nimmt die *Zona glomerulosa* mit dem Alter an Mächtigkeit ab. Die Mitosen an der Glomerulosa-Fasciculatagrenze und der aussern Fasciculata sind sehr selten. Ich habe daraufhin überall je 4 Schnitte vollständig durchgesehen und bei vielen Tieren keine gefunden. Die *Zona fasciculata* trägt das Lipoid in feinster Verteilung, so dass das Protoplasma nach Alkoholbehandlung ein schwammartiges Aussehen hat; im allgemeinen ist der Lipoidgehalt am grössten in den an die Glomerulosa anstoßenden Zellen (Spongicytes nach GUIEYSSE), nimmt nach innen etwas ab um mit ziemlich scharfer Grenze da aufzuhören, wo die Reticularis beginnt. Lipoide in grösseren oder kleineren Tropfen sind selten. In solchen Bezirken sind die Zellgrenzen dann oft undeutlich, die Kerne wandständig oder überhaupt nicht sichtbar. Im übrigen sind diese bis auf einzelne pyknotische Kerne gegen die Reticularis hin und die länglichen Adventitiazzellen schön bläschenförmig mit einem oder mehreren Kernkörperchen. Die *Zona reti-*

*cularis* nimmt mit dem Alter an Mächtigkeit zu, ebenfalls das dieser Schicht eigentümliche in- und extrazelluläre Pigment. Es zeigen sich hier pyknotische Kerne in allen Stadien des Zerfalls, die in einem syncytialen Zelleib oder in Zellspalten liegen. Die Zellen mit bläschenförmigem Kern treten an Zahl zurück, oft ist der Zelleib kontrahiert, zwischen den einzelnen Zellen Lücken und Spalten bildend. Dagegen ist das mikroskopische Bild der Nebenniere *weiblicher Tiere* viel inkonstanter. Namentlich ist es durch die Gravidität beeinflusst. Es zeigen sich aber auch nach derselben und selbst bei weiblichen Tieren, die nie trächtig waren, wechselnde mikroskopische Bilder. RIDDLE (1922) untersuchte die Nebennieren von Tauben. Er fand periodische 7—11 Tage anhaltende Vergrösserungen, die mit den Ovulationsperioden koinzidieren. Den Höhepunkt der Nebennierenhypertrophie fällt nach ihm mit dem Ovulationsakt zusammen. Eine Hypertrophie und Hyperplasie der Glomerulosa während der Gravidität kann festgestellt werden, obwohl hier grosse individuelle Unterschiede bestehen. Dann findet man auch eine vermehrte Anzahl Mitosen an der Glomerulosa-Fasciculatagrenze und in der äussern Fasciculata. Der Lipoidgehalt ist dabei viel grösser; neben der feinen Verteilung zeigen sich Lipoiden in grossen Tropfen oft bis gegen das Mark hin. Dadurch zeigen häufig einzelne Zellen und ganze Zellbezirke undeutliche Zellgrenzen, keine oder atypische Kerne. Die Reticulariszellen haben teilweise auch das schwammartige Aussehen nach Alkoholbehandlung als Zeichen feinst verteilten Lipoides in diesen Zellen. Diese aktiven Elemente zeigen einen schönen, bläschenförmigen Kern; daneben finden sich aber auch hier, wie schon vereinzelt in der Fasciculata, viele Kerne in Pyknose und Karyorhexis. Die Reticularis, deren Mächtigkeit und Pigmentgehalt übrigens auch von durchgemachten Schwangerschaften beeinflusst wird, lässt sich nach allem bei weiblichen Tieren, namentlich bei trächtigen, viel schwerer von der Fasciculata abtrennen als beim Männchen.

Überdies lässt sich bei weiblichen Tieren eine *Mitbestrahlung der Ovarien*, die je durch ein Band an der 12. Rippe befestigt sind, nicht umgehen, was aber bei den vielseitigen Wechselbeziehungen zwischen Geschlechtsdrüsen und Nebennieren bei der Beurteilung des Bestrahlungserfolges der letztern nicht gleichgültig sein kann.

SCHENK (1910) beschreibt als Veränderungen der Nebennieren nach Kastration weiblicher Kaninchen eine erhebliche Vergrösserung des Organes. Schnittbilder zeigen, dass daran nur die Rinde beteiligt ist und zwar ist die Zona reticularis, die beim Kaninchen im allgemeinen sehr schmal ist, jetzt mächtig entwickelt. Die eigentliche fasciculäre Zone ist hingegen, wie aus den dort beigefügten Abbildungen deutlich hervorgeht (in etwelchem Gegensatz zum beigefügten Text), sehr schmal geworden. Spätere Untersuchungen von KOLDE (1913) bei Kaninchen und in neuester Zeit von ALtenBURGER (1924) bei weissen Mäusen bestätigen die Angaben von SCHENK in Bezug auf die allgemeine Vergrösserung, wobei sie speziell auch auf die mächtig entwickelte Reticularis aufmerksam machen. SSERDJUKOFF (1922) stellte 2 Wochen nach der Kastration bei Katzen Zeichen der Hyperfunktion fest.

Beim Weibchen (auch beim jungfräulichen) zeigen sich schon in Bezug auf die Nebennierengewichte grössere Variationen als beim Männchen.

Hauptsächlich zur Zeit der Pubertät und gleich nach derselben (5.—12. Monat für die Kaninchen) findet man beim Weibchen oft rel. hohe Nebennierengewichte, mit grossen Unterschieden zwischen links und rechts, wie die Tabelle nach B. BAGER (1917) zeigt.

Bei den weiblichen Tieren von HOLFELDER u. PEIPER fiel mir im allgemeinen ein hohes Nebennierengewicht auf und oft grosse Unterschiede zwischen links und rechts. Nach BAGER und nach eigenen Untersuchungen sind grössere Unterschiede zwischen links und rechts beim Weibchen oft festzustellen, ebenso ein rel. hohes Nebennierengewicht namentlich zur Zeit der Pubertät. Ein Nebennierengewicht eines 600 gr schweren weiblichen Tieres von 750 resp. 800 mgr ist aber doch abnorm gross. Ich verweise zur Erklärung der rel. hohen Nebennierengewichte der bestrahlten weiblichen Tiere von HOLFELDER u. PEIPER auf die Arbeit von SCHENK. Daneben sind aber auch die festgestellten Blutungen mit von Einfluss; schon verschiedenes Ausbluten verändert das Nebennierengewicht. Das ad exitum gekommene männliche Tier XIII, dessen Nebennieren multiple Blutungen und in den zentralen Partien besonders grossen Blutreichtum zeigten, wies ja auch abnorm hohe Nebennierengewichte auf.

Tab. 2 nach B. Bager (Kaninchen)

Weibchen.					
Alter.	K. Gewicht gr.	Nbn. Gew. r. gr.	Nbn. Gew. l. gr.	Gew. beider. gr.	Durch- schnittl. f. beide. gr.
5 M. 1 T.	1855	0,215	0,255	0,470	
5 M. 2 T.	2045	0,265	0,305	0,570	
5 M. 9 T.	2270	0,330	0,370	0,700	
5 M. 12 T.	2320	0,410	0,520	0,930	0,600
5 M. 23 T.	1680	0,230	0,250	0,480	
6 M.	1900	0,230	0,220	0,450	

Männchen.					
5 M.	1940	0,105	0,120	0,225	
5 M. 2 T.	1545	0,150	0,155	0,305	
5 M. 4 T.	2140	0,078	0,098	0,176	
5 M. 23 T.	1650	0,135	0,150	0,285	
5 M. 25 T.	2100	0,165	0,180	0,345	0,269
5 M. 25 T.	2210	0,120	0,140	0,260	
5 M. 27 T.	1750	0,190	0,200	0,390	
6 M.	2200	0,095	0,117	0,212	
6 M.	2250	0,100	0,122	0,222	

Eine gewisse Korrelation von Körpergewicht und Nebennierengewicht (ganz alte Tiere ausgenommen) lässt sich feststellen. Dabei ergeben sich aber

um einen Mittelwert plus- und minus-Varianten, beim Weibchen viel ausgesprochener als beim Männchen.

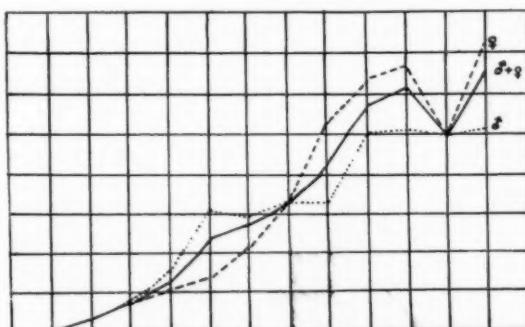


Fig. 1 nach R. BAGER.

Die Ordinate bezeichnet Nebennierengewichte, die Abszisse Körpergewichte.

1. ——— Kurve = Nebennierengewichte aller Tiere.
2. .... Kurve = Nebennierengewichte der Männchen.
3. - - - Kurve = Nebennierengewichte der Weibchen.

Ueber meine untersuchten *unbestrahlten Tiere* orientieren nachstehende Tabellen:

Tab. 3. Weibliche Tiere

Tier.	Gewicht. gr.	Gew. der l. Nebenniere mgr.	Gew. der r. Nebenniere mgr.
1. Jungfr. . . . .	300	55	42
2. Jungfr. . . . .	400	175	145
3. Früh schwanger . . . . .	780	275	215
4. Spät schwanger . . . . .	725 <sup>1</sup>	180	110
5. Mittel schwanger . . . . .	785	120	100

Tab. 4. Männliche Tiere

Tier.	Gewicht. gr.	Gew. d. l. Nebenniere mgr.	Gew. d. r. Nebenniere mgr.
6 Ausgetr. Foet . .	55	20	20
7 . . . . .	680	155	140
8 . . . . .	555	125	105
14 . . . . .	830	320	290
17 . . . . .	540	140	135
20 . . . . .	355	80	75

<sup>1</sup> Incl. Uterus-Inhalt.

In Anlehnung an die Arbeiten von B. BAGER (1917) und von J. AUG. HAMMAR (1924) habe ich bei Tier 8, 14 und 17 quantitativ den Anteil der Glomerulosa, der Fasciculo-reticularis, des Markes und der Blutgefäße bestimmt. Jeder 10. Schnitt von 10  $\mu$  Dicke wurde mit Hilfe des Zeichenapparates auf deutschen Bristolkarten gezeichnet, die einzelnen Bestandteile mit dem Messer herausgeschnitten bzw. mit der Lanzette herausgestanzt und hierauf genau gewogen. Die Verhältnisse eines Schnittes zeigt Fig. 2. Die Reticularis liess sich nicht so genau von der Fasciculata trennen, als dass sie für sich hätte berechnet werden können.

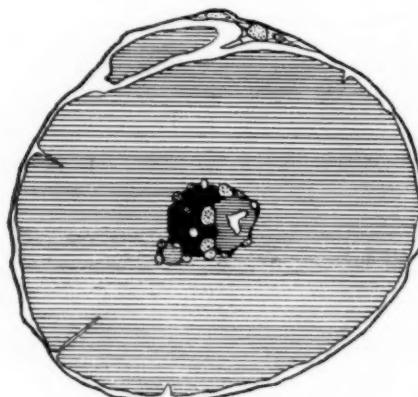


Fig. 2. Schnittbild 53 d. l. Nebenniere von Tier 14.

Glomerulosa = weiss, Fasciculo-Reticularis = schraffiert, Mark = schwarz, Blutgefäße = punktiert. Der Schnitt zeigt neben einem akzessorischen Rindenknöten eine zentrale Glomerulosa mit zugehörender Fasciculo-Reticularis.

Die Methode ergibt genau die Volumina der einzelnen Gewebsbestandteile des fixierten Präparates in Prozenten. Haben wir das frische Präparat gewogen, so lässt sich daraus das Gewicht der einzelnen Gewebsbestandteile annähernd genau ausrechnen. Um hier mathematisch genaue Zahlen zu bekommen, müsste man allerdings das spez. Gewicht der verschiedenen Gewebsbestandteile einerseits und die evtl. verschieden grosse Retraktion bei der Fixation anderseits mitberücksichtigen. Ich habe versuchsweise bei Tier 17 die Nebenniere senkrecht zur Längsachse in zwei gleich schwere Hälften zerschnitten, in wahllos verschiedenen Ebenen in Serienschnitte zerlegt und annähernd gleiche quantitative Werte bekommen.

Die Tabelle 5 zeigt, dass die Glomerulosa mit dem Alter abnimmt, entsprechend nimmt die Fasciculo-Reticularis zu. Das Markgewebe nimmt mit dem Alter etwas ab. Ähnliche Resultate hat B. BAGER für das männliche Kaninchen erhalten. Er stellte bei 106 Kaninchen,

Tab. 5. Gewebsanteile bei 3 männl. unbestrahlten Meerschweinchen

Tier	Kp. Gew. gr.	Nbn. Gew. l. mgr.	Anteile in %				Anteile in mgr.				
			Glom.	Fasc.	Ret.	Mark.	Bltg	Glom.	Fasc.	Ret.	Mark.
8	555	125	8.10	88.20	2.20	1.50	10.12	110.25	2.75		
17	540	140	6.95	89.20	2.25	1.60	9.73	124.88	3.15		
14	830	320	5.65	91.94	1.59	0.82	18.08	294.21	5.09		

von der Geburt an bis zum 42. Lebensmonat die quantitativen Anteile der einzelnen Gewebsabschnitte fest. Er fand bei männlichen Tieren für die Glomerulosa den Höchstwert bei der Geburt mit ca. 37 % des Nebennierengewichtes, bei Tieren im mittleren Lebensalter ca. 18 %, also höhere Werte als beim Meerschweinchen. Bei der Fasciculo-Reticularis kommt er für das mittlere Lebensalter auf ca. 80 %. Das Nebennierenmark gibt er beim Neugeborenen mit 20 %, im mittleren Lebensalter mit ca. 2 % des Nebennierengewichtes an.

*Bestrahlungstechnisch* ging ich ziemlich gleich vor wie HOLFELDER u. PEIPER. Ausser einem Rückenfeld in der Höhe der 10. resp. 11. Rippe von  $6,5 \times 3,5$  cm wurde der ganze Tierkörper (Meerschweinchen) mit 3 mm dickem Bleigummi abgedeckt. Bestrahlt wurde mit einem Multivoltapparat von SIEMENS u. HALSKA, Glühkathodenröhre, spektroskopisch kontrollierte Röhrenspannung 175 KV, 3 MA sek. Bel., Filter 0,5 mm Zn + 2 mm AL. Der Brennfleck der Röhre wurde auf die Mitte des Bestrahlungsfeldes eingestellt im konstanten Abstand von 30 cm. Als Wirkungsdosis der ca. 1,5 cm von der Rüchenhaut entfernten Nebenniere ergab sich bei uns ebenfalls 75 % der Oberflächendosis. *Ueber meine bestrahlten Tiere gibt nachstehende Tabelle eine Uebersicht (Tab. 6).*

Trotz den teilweise hohen Dosen *ging nur 1 Tier im Anschluss an die Bestrahlung ein*. Dieses Tier, das letzte der Bestrahlungsserie, das nach 15 Tagen hätte getötet werden sollen, hinterliess von vornher ein nicht den Eindruck völliger Lebensfrische, schon das Aufspannen, Abdecken mit Bleigummi etc. war für das Tier sicher eine starke Belastung. Ausser diesem Tier hatten nur 3 Tiere an Gewicht etwas abgenommen. Das Gleiche konnte bei Tier 25 nach 10—20 Tagen konstatiert werden, nachher nahm aber das Gewicht dieses Tieres wieder zu, sodass nach 3 Monaten das Tier 130 gr. schwerer war als bei der Bestrahlung.

Vergleichen wir die Nebennierengewichte der bestrahlten und unbestrahlten Tiere, so ergibt sich, dass die Nebennieren der bestrahlten Tiere (Tier 26 ausgenommen) im ganzen nicht leichter und nicht auffallend schwerer waren als diejenigen der unbestrahlten. Tier 10, 12 und 14 waren alte Tiere, wo von einer Korrelation des Nebennie-

Tab. 6. Bestrahlte Tiere

Tier	Dosis % HED	Lobendauer n. Bestrahlg.	Körper-Gewicht vor Bestrahlg. gr.	Körper-Gewicht nach Bestrahlg. gr.	Gewicht l. Nebenniere mgr.	Gewicht r. Nebenniere mgr.
9	100	26 Tage	500	570	152	130
10	200	25 >	780	840	265	245
12	300	24 >	785	750	305	290
13	150	24 >	420	460	120	105
15	500	20 >	530	490	120	115
16	300	19 >	620	640	190	170
18	400	10 >	480	460	155	150
19	400	2 >	670	670	225	210
21	300	1 >	340	—	90	82
22	400	* >	530	—	127	120
23	400	6 Std.	550	—	165	145
24	400	12 >	530	—	160	165
25	400	3 Mon.	510	640	180	170
26	400	**	465	300	290	270

\* get. gleich nach der Bestrahlung

\*\* Exitus nach 9 Tagen.

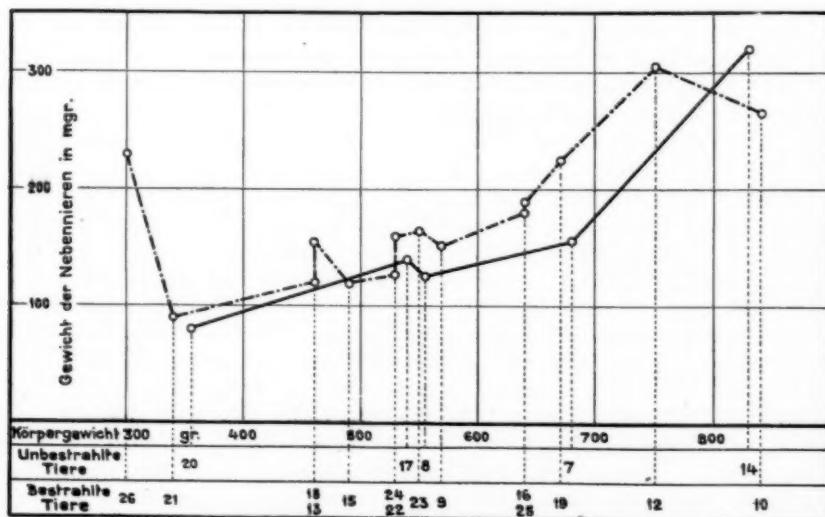


Fig. 3. Nebennierengewichte der unbestrahlten und bestrahlten männlichen Tiere.

Die Ordinate bezeichnet Nebennierengewichte, die Abszisse Körpergewichte.

— = unbestrahlte Tiere, - - - = bestrahlte Tiere.

rengewichtetes nach dem Körpergewicht überhaupt nicht mehr gesprochen werden kann.

Das etwas grössere Nebennierengewicht der Tiere 18, 24, 23, 16 und 19 mag auf die leichte *Hyperämie der Nebennierenrinde* zurückzuführen sein, welche sich bei den Tieren zeigte, die *6 Stunden bis 10 Tage nach der Bestrahlung* untersucht wurden.

Diese Hyperämie erkannte man nur bei den chromierten Präparaten bei schwacher Vergrösserung an der etwas besser hervortretenden Gefässzeichnung gegenüber den unbestrahlten Kontrollen. Beim blossen Studium der üblich gefärbten Präparate aus der in Paraffin eingebetteten Nebenniere wäre diese leichte Hyperämie bei dem sowieso überaus blutreichen Gewebe gar nicht aufgefallen. Die grossen Markvenen waren aber nicht erweitert, nach der quantitativen Bestimmung war ihr Gesamtvolumen eher kleiner als bei unbestrahlten Tieren.

*Die histologische Untersuchung der Nebenniere von Tier 26*, das 9 Tage nach der Bestrahlung unter langsam zunehmendem Marasmus starb, konnte erst längere Zeit nach dem Tode vorgenommen werden. Die abnorm schweren Nebennieren zeigten vollständiges Fehlen der Chromierbarkeit des Markes, massive Blutungen in Fasciculata und Reticularis und eine starke Verminderung der Lipoide. Daneben waren fast alle Zellgrenzen undeutlich, das Protoplasma auch in der Fasciculata zu einem Netzwerk aneinander gedrängt, die Kerne aufgehellt, mit undeutlicher Kernstruktur, alle Stadien des Zerfalls zeigend. Aehnliche Zell- und Kernveränderungen zeigte das Mark. Die hier manifesten Erscheinungen an den Nebennieren sind wohl *zum grössten Teil Leichenveränderungen* (Pseudonekrosen, Spaltbildungen, Verlust der Chromierbarkeit der Markzellen); ähnliche Veränderungen, namentlich *Blutungen in die Fasciculo-Reticularis und Verlust an Lipoiden*, sind vielfach als *toxische Schädigung des Organs* beschrieben, so bei Scharlach, Diphtherie, Anthrax, Pest, Sepsis, Gasoedem, Peritonitis, Uraemie, Sublimatvergiftung, Arsen und Phosphor, Chromsalzen, Gallenwirkung, Taenienextrakte, Saponinvergiftung, Thoriumvergiftung, Verbrennungs- und Verbrühungstod, photodynamische Lichtwirkung, Skorbut.

Die 3 Tiere (18, 15 und 12), welche zur Zeit der Tötung an Gewicht abgenommen hatten, zeigten alle einen etwas vermindernden Lipoidgehalt, sonst aber absolut keine pathologischen Kern- oder Zellveränderungen und normale Chromierung des Markes. Dabei fand ich bei Tier 15 und 12 tadellose Mitosen an der Glomerulosa-Fasciculatagrenze und in der äussern Fasciculata, vielleicht etwas, aber nicht auffallend vermehrt gegenüber der Norm. *Die potentielle Fähigkeit der Zellen zur Teilung* war also durch die Bestrahlung *in keiner Weise geschädigt* worden.

Abnahme des Lipidgehaltes, geringe Vermehrung der Mitosen und ein etwas stärker sich geltend machender Zellzerfall in der Reticularis sind von J. HETT (1926) bei reiner Inanition (intermittierendes Hungern) in der entsprechenden Zeit für die Maus beschrieben. Hier wird der gleiche Grund vorliegen, wenn man bedenkt, dass die Tiere nach der Bestrahlung nichts und hernach längere Zeit zu wenig fressen.

Nahrungsverweigerung nach experimentellen Eingriffen kommt bei den Versuchstieren oft vor; man nimmt darauf allgemein zu wenig Rücksicht. Neuerdings wurden die darauf zurückzuführenden allgemeinen Veränderungen der Körperfunktion durch KNORR (1927) für die Maus beschrieben.

Hauptsächlich um auf die Chromierbarkeit des Markes zu prüfen, wurden einige Tiere (19, 21, 22, 23, 24) gleich oder bald nach der Bestrahlung getötet. Die Chromierbarkeit war weder verstärkt noch abgeschwächt, die Rinde ohne Besonderheiten, bis auf degenerierte, verklumpte Mitosen bei Tier 23 (6 Std. n. Bestrahlung). Bei den übrigen Tieren (9, 10, 13, 16, 25), die an Gewicht zugenommen hatten, waren der Lipidgehalt, Zellen und Kerne und die Chromierbarkeit des Markes von der Norm in keiner Weise verschieden.

Bei Tier 12, 15 und 25, die den diesbezüglich untersuchten unbestrahlten Tieren in allen Teilen ziemlich entsprachen, habe ich wiederum die quantitative Bestimmung der einzelnen Gewebsbestandteile durchgeführt.

Tab. 7. Gewebsanteile bei 3 männl. bestrahlten Meerschweinchen

Tier	Dosis % HED	Unters. n.	Kp. Gew. vor Bestr. gr.	Kp. Gew. nach Bestr. gr.	Nbn. Gew. l. mgr.	Anteile in %				Anteile in mgr.		
						Glom.	Fasc. Ret.	Mark.	Bltg.	Glom.	Fasc. Ret.	Mark.
15	500	20 T.	530	490	130	10.07	86.34	2.47	1.12	13.09	112.24	3.21
25	400	3 M.	510	640	180	6.20	90.15	2.05	1.60	11.16	162.27	3.69
12	300	24 T.	785	750	305	5.70	92.30	1.44	0.56	17.38	281.52	4.39

Es zeigte sich, dass bei diesen Tieren, wovon Tier 25 erst 3 Monate nach der Bestrahlung bei bestem Wohlbefinden getötet wurde, sich in Bezug auf die Quantität der einzelnen Gewebsbestandteile nichts geändert hatte gegenüber der Norm.

Nach B. BAGER ist die Variationsbreite für meine männlichen Tiere bezüglich aller Anteile eine ganz normale.

Das Volumen der grossen Blutgefässer hat BAGER nicht bestimmt. Es wurde bei meinen bestrahlten Tieren 12 und 15 etwas kleiner gefunden als bei den entsprechenden unbestrahlten Tieren, ohne dass ich daraus Schlüsse ziehen möchte.

#### IV. Diskussion der erhaltenen Befunde

Die Befunde und Schlüsse bei der zur Diskussion stehenden Frage erscheinen vorerst widersprechend. Sicher wurde vieles als Bestrahlungseffekt bezügl. der Nebennieren gedeutet, das entweder zufällig und ohne Zusammenhang mit der Bestrahlung verändert war, oder durch technische Fehler so erschien; oft waren die erhobenen Befunde wohl nichts anderes als Leichenveränderungen. Die klinischen Untersuchungen sind von vornherein zu vieldeutig und daher zur Entscheidung der vorliegenden Frage nicht geeignet. Bei der kritischen Bewertung überwiegen die Befunde, welche gegen eine auffallende Röntgensensibilität der Nebennieren sprechen. *Die Ergebnisse meiner Untersuchungen bestätigen diejenigen von HOLFELDER u. PEIPER zum grössten Teil nicht;* denn trotz höhern Dosen konnte nur bei einem schwächlichen, ad exitum gekommenen Tier (von 26 bestrahlten) ähnliche Erscheinungen an den Nebennieren gemacht werden. *Die quantitative Bestimmung der Gewebsanteile ergab für drei bestrahlte Tiere absolut normale Verhältnisse.* Die Unterschiede der Befunde können zu einem Teil mit der beschriebenen Beeinflussung der Nebenniere durch die Keimdrüse, welche bei weiblichen Tieren von den Strahlen mitgetroffen wird, erklärt werden. Dabei sind wir auch beim Kernpunkt des Problems angelangt: *Sind die von verschiedener Seite beschriebenen Nebennierenveränderungen nach Röntgenbestrahlung, welche ähnlich auch bei einem der 26 bestrahlten männlichen Tiere von mir beobachtet wurden, direkter oder indirekter Art?*

Ich glaube nach intensivem Studium der Frage das letztere annehmen zu dürfen. Wenn wir diesbezügl. die Mitteilungen unter I und II durchgehen, so muss es auffallen, dass immer dann die auffallendsten Erscheinungen bezügl. der Nebennieren festgestellt wurden, wenn prozentual zum Gesamttier eine grosse Gewebsmasse bestrahlt wurde, nicht aber bei einem verhältnismässig kleinen Bestrahlungsfeld oder bei isolierter Bestrahlung der Nebennieren. Das erstere war vor allem der Fall bei den Thorium X-Injektionen durch SALLE u. DOMARUS; das letztere bei der Radiopunktur des Nebennierenmarkes durch LACASSAGNE u. SAMSSONOW, bei der einseitigen Bestrahlung eines Hundes durch COTTENOT, MULON u. ZIMMERN und bei der isolierten Bestrahlung der allein im Körper zurückgebliebenen linken Nebenniere eines Hundes durch STRAUSS u. ROTHER. Bei meinen Versuchen habe ich durch die seitliche Begrenzung des Bestrahlungsfeldes auch weniger vom Gesamtkörper bestrahlt als HOLFELDER und PEIPER. *Die beschriebenen Erscheinungen an den Nebennieren, soweit sie nicht auf technische Fehler zurückgeführt werden*

können oder als Leichenveränderungen zu deuten sind, stimmen im übrigen immer mehr oder weniger mit den Veränderungen überein, die nach allen möglichen toxischen Schäden auftreten können und die intensive Bestrahlung eines grossen Teils des Gesamtkörpers kann gewiss in diesem Sinne wirken. Sind die Nebennieren einmal toxisch geschädigt, ist natürlich ein circulus vitiosus eingeleitet und schliesslich kann der Tod wohl ein Nebennierentod sein. Bei dieser Sachlage fällt aber die Forderung von HOLFELDER u. PEIPER, die direkte Bestrahlung der Nebennieren zu vermeiden, dahin und noch weniger kann man STEPHAN folgen, wenn er verlangt, dass die Bestrahlung solcher Neoplasmen, die in der Nachbarschaft der Nebennieren liegen, zu unterlassen sei, sobald der obere Nierenpol mehr als 30 % der HED appliziert erhält.

## ZUSAMMENFASSUNG

1. An männlichen Meerschweinchen wurde die Röntgensensibilität der Nebennieren geprüft durch Bestrahlung eines kleinen Rückenfeldes mit Dosen von 100 bis 500 % der HED, wobei die Tiere in den verschiedensten Zeiten nach der Bestrahlung getötet wurden und zur Untersuchung kamen (gleich nach der Bestrahlung bis 3 Monate später).

2. Weibliche Tiere eignen sich nicht zur Beantwortung der zur Diskussion stehenden Frage wegen der unvermeidlichen Mitbestrahlung der Ovarien und weil zwischen Nebennieren und Ovarien vielfach beschriebene, aber noch nicht völlig klare Korrelationen bestehen.

3. Innerhalb der unter 1) angegebenen Dosen und der dort erwähnten Lebensdauer nach der Bestrahlung treten (außer einer vorübergehenden Hypoämie und Beeinflussung der Mitosen) keine direkten Strahleneffekte an den Nebennieren auf, insbesondere sind keine Veränderungen in der Kern- und Protoplasmastruktur der Rindenzellen, in der Chromaffinität und im Lipoidgehalt festzustellen.

4. Die quantitativ-histologische Analyse zeigt keine Veränderungen des Organs *in toto* oder der einzelnen Gewebsbestandteile, insbesondere keine Atrophie.

5. Die bei einem Tier (von 26 untersuchten) festgestellten Veränderungen sind ähnlich jenen, welche als direkte Strahlenwirkung beschrieben wurden; es sind aber hier sicher indirekte zum grössten Teil Leichenveränderungen.

6. Bei 3 Tieren, welche an Gewicht etwas abgenommen hatten, wurde Lipoidverarmung und eine ganz geringe Vermehrung der Mitosen (20—24 Tage nach der Bestrahlung) festgestellt; beides wird bei blosser Inanition auch gefunden und ist keine direkte Strahlenwirkung.

7. Die Literaturangaben über direkte Röntgen- und Radiumstrahlenschädigungen der Nebennieren und über die grosse Sensibilität derselben sind falsch; es handelt sich um indirekte, nicht um direkte, spezifische oder elektive Strahlenwirkungen.

8. Alle praktisch-therapeutischen Ratschläge, welche wegen der hohen

Sensibilität der Nebennieren vor der therapeutischen Bestrahlung der Nebennierengegend warnen, sind nach obigem hinfällig.

### SUMMARY

1. The röntgen sensibility of suprarenal bodies of male guinea-pigs has been tested by radiation of a small part of the back with doses of 100 to 500 % of the HED; the animals have then been killed at various times after the radiation and examined (from immediately after radiation till 3 months later).

2. Female animals are not suited for giving an answer to the questions put up for discussion on account of the unavoidable co-radiation of the ovaries and while correlations exist between suprarenals and ovaries, often described but as yet not fully elucidated.

3. Within the doses stated under 1) and the duration of life after the radiation no direct effect of the rays can be recorded on the suprarenals (but for a transient hyperaemia and effect of the mitosis); particularly are there no changes in the structure of the nucleus and protoplasm of the cortical cells or in the affinity for chromium and in the amount of lipoids contained.

4. The quantitative histological analysis shows no changes in the organs *in toto* or in the individual parts of the tissues; in particular was no atrophy to be seen.

5. The changes recorded in one of the animals (out of 26 investigated) resemble those described as direct affects of radiation; those occurring here, however, are certainly indirect, mostly post-mortem changes.

6. In three animals which had lost somewhat in weight, there was recorded some reduction in the lipoid contents and quite a small augmentation of the mitosis (20—24 days after the radiation); both phenomena are also found resulting from mere inanition and constitute no direct effects of radiation.

7. The statements in the literature as to the direct damage caused by roentgen and radium to suprarenals and the great sensibility of these are not according to fact; it is a question of an indirect and *not any direct, specific or elective effect of the rays*.

8. All practical therapeutical advice, warning against therapeutic radiation of the kidney region on account of the great sensibility of the suprarenals, is therefore on the strength of what has been said above, out of place.

### RÉSUMÉ

1. La radiosensibilité des capsules surrénales a été étudiée sur des cobayes mâles par irradiation d'un champ dorsal restreint avec des doses de 100 à 500 % de HED; les animaux ont été sacrifiés dans des délais variés après l'irradiation (immédiatement après cette irradiation et jusqu'à 3 mois plus tard) et ont été examinés.

2. Les femelles de cobayes ne se prêtent pas à des expériences permettant de répondre aux questions posées par la discussion; on ne peut en effet éviter chez ces sujets une irradiation simultanée des ovaires et les relations existant entre l'ovaire et les capsules surrénales sont encore mal élucidées, bien qu'elles aient fait l'objet de nombreuses descriptions.

3. Dans les limites des doses indiquées sous 1) et dans les conditions de survie postérieurement aux irradiations signalées sous ce chapitre, on n'a observé (exception faite pour une hyperhémie passagère et une action sur les mitoses) aucun effet direct des irradiations sur les capsules surrénales; on n'a notamment constaté aucune modification dans la structure nucléaire ou protoplasmique des cellules de la corticale, pas plus que dans la chromo-affinité, ni dans la teneur en lipoides.

4. L'analyse histo-quantitative ne décèle aucune modification ni dans la totalité de l'organe, ni dans les parties constitutives des divers tissus; on n'a notamment constaté aucune atrophie.

5. Les lésions observées chez l'un des animaux (sur 26 animaux examinés) sont analogues à celles qui ont été décrites comme résultant d'une action directe de l'irradiation. Elles n'en sont pas moins ici d'origine certainement indirecte et proviennent en majeure partie de modifications cadavériques.

6. Chez 3 des animaux, qui avaient légèrement diminué de poids, on observait une diminution des lipoides et une augmentation fort légère des mitoses (de 20 à 40 jours après l'irradiation). Ces deux phénomènes s'observent également postérieurement à l'inanition et ne sont pas l'expression d'une action directe de l'irradiation.

7. Les données bibliographiques sur les lésions produites par les rayons X ou le radium sur les capsules surrénales et sur la grande sensibilité de ces organes sont fausses: elles portent sur une action indirecte et non sur une action directe, spécifique ou élective.

8. Les avertissements de thérapeutique pratique qui, en raison de la sensibilité marquée des capsules surrénales, mettent en garde contre l'irradiation de ces organes sont donc en raison de ce qui précède, sans aucune valeur.

Ich möchte auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. P. CLAIRMONT und Herrn Prof. Dr. H. R. SCHINZ für die Unterstützung bei der Herstellung der Arbeit, dem letzteren besonders auch für die Problemstellung, meinen besten Dank aussprechen.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- ALtenburger: Kastration und Nebennieren. *Pfl. Arch. f. d. g. Phys.* Bd. 202, S. 668, 1924.
- AUBERTIN ET BORDET: Zit. n. *Oudin et Zimmern*, Radiothérapie. Paris, 1913.
- BAGER: Zur Altersanatomie der Nebennieren der Kaninchen. *Upsala Läkareföreningens Förh.* 28, 1917.
- BLOCH: Einiges sur postfoetales Entwicklung der Nebenniere des Meerschweinchens. *Virch. Arch.* Bd. 232, 1921.
- BORBERG: Das Adrenalin und der Nachweis desselben. *Skand. Arch. f. Phys.* Bd. 27, 1912.
- COTTENOT: Action des rayons X sur les glandes surrénales. Thèse, Paris, 1913.  
— Annales d'électrobiol. et de radiol. Bd. 16, 1913.
- COTTENOT, MULON ET ZIMMERN: Action des rayons X sur la corticale surrénale. *Cpt. rendu d. l. soc. de biol.* Bd. 73, S. 717, 1912.
- DAVID: Untersuchungen über den Einfluss der Röntgenstrahlen auf inkretorische Drüsen. *Kl. W.*, S. 1025, 1922.

- DECARTELO, v.: Ueber Veränderungen an den Nebennieren nach Röntgenbestrahlung. W. klin. W. Nr. 20, 1912.
- DRESEL: Ueber Herabsetzung des Blut- u. Harnzuckers durch Röntgenbestrahlung der Nebennieren beim Diabetiker. D. m. W. Bd. 45, 1920.
- EISLER u. HIRSCH: Ueber die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die Nebennieren. Verhandl. d. deutsch. Rtg. Ges. Bd. 9, S. 104, 1913.
- GABRIEL: Die Beeinflussung von Tierorganen durch Röntgenbestrahlung. Strahlentherapie, Bd. 22, S. 107, 1926.
- GIRGOLAFF: Zur Technik der Nebennierenexstirpation. Zbl. f. Chir. 37, 1922.
- GOLOBININ: Ein Fall von therapeutischer Anwendung der X-Strahlen bei Morbus Addisoni. Th. d. G. S. 203, 1905.
- GROEDEL: Wird der Blutdruck durch Röntgenbestrahlung der Nebennieren beeinflusst? Strahlenth. Bd. 2, S. 224, 1913.
- Die Röntgenbehandlung klimakt. Erscheinungen. M. m. W. Nr. 12, S. 423, 1922.
- GUTZENT: Zur Frage der Vergiftung mit Thorium X. B. kl. W. Nr. 20, 1912.
- GUIEYSSSE: La capsule surrénale du cobaye. Paris, Thèse, 1901.
- HAMMAR: Beiträge zur Konstitutionsanatomie VIII. Methode, die Menge des Markes, der Rinde und der Rindenzenonen, sowie die Menge und Verteilung der Lipoide der menschlichen Nebenniere zahlenmäßig festzustellen. Zeitschr. f. mikr. Anat. Forsch. Bd. 1, Hft. 1, S. 85, 1924.
- HARVEY: On the pathological effects of Roentgen-rays on animal tissues. The j. of path. a. bact. 12, S. 549, 1908.
- HENKE u. LUBARSCH: Handbuch der spez. pathologischen Anatomie und Histologie. 8. Bd. Drüsen mit innerer Sekretion. Berlin, Springer, 1926.
- HESSE: Zit. nach Risse u. Poos. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 108, S. 122. Inaug.-Diss., Freiburg i. B., 1923.
- HETT: Beobachtungen an der Nebenniere der Maus. I. Beobachtungen an hungernden Tieren und nach Injektion von Trypanblau. Ztschr. f. mikr. Anat. Forsch. 7. Bd. 2.—3. Hft., 1926.
- HIRSCH, A.: Experimentelle Untersuchungen über den Adrenalingehalt der Nebenniere nach Röntgenbestrahlung. Inaug.-Diss., Halle, 1922.
- HOFMANN: Ueber die Veränderungen des Nebennierenorgans nach Insulinwirkung. Krankheitsforschung Bd. II, Hft. 4, S. 295, 1926.
- HOLFELDER u. PEIPER: Die Strahlenempfindlichkeit der Nebennieren und Wege zur Verhütung von Nebennierenschädigungen in der Röntgentherapie. Strahlenth. Bd. 15, S. 1, 1923.
- HOLL: Die Beeinflussung der Drüsen mit innerer Sekretion durch Röntgenstrahlen mit Ausnahme der Geschlechtsdrüsen. Inaug.-Diss., Erlangen, 1922.
- KAZNELSON u. LORANT: Allgemeine Leistungssteigerung als Fernwirkung therapeutischer Röntgenbestrahlung. M. m. W. Nr. 5, S. 132, 1921.
- KNORR: Die weisse Maus als Versuchstier. Ztbl. f. Bakt. Bd. 99, 1926.
- KOLDE: Veränderungen der Nebennieren bei Schwangerschaft und nach Kastration. Arch. f. Gyn. Bd. 99, 1913.
- KOLMER: Beziehungen von Nebennieren und Geschlechtsfunktion. Pfl. Arch. f. d. g. Phys. 144, 1912.
- Zur vergleichenden Histologie, Zytologie und Entwicklungsgeschichte der Säuernebeniere. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 91, 1918.
- LACASSAGNE: Recherches expérimentales sur l'action des rayonnements  $\alpha$  et

- $\beta$  du radium agissant dans les tissus par radiopuncture. Journ. de radiol. et d'électr. Bd. V, S. 160, 1921.
- LACASSAGNE ET SAMSONOW: De l'effet de la destruction totale ou partielle des capsules surrenales par le rayonnement caustique de foyers radioactifs. Compt. rendu de la Soc. de Biol. Bd. 89, S. 72, 1923.
- LANDAU: Die Nebennierenrinde. Jena, 1915.
- LAPATSANIS: Beitrag zur Allgemeinwirkung der Röntgenstrahlen auf den menschlichen Organismus. Strahlenth. Bd. 22, S. 484, 1926.
- LEVY-DORN u. WEINSTEIN: Zum Verhalten des Blutdruckes nach Röntgenbestrahlung. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen. Bd. 28, S. 175, 1921.
- LÖBE: Toxikologische Beobachtungen über Thorium X bei Mensch und Tier. Virch. Arch. f. path. Anat. u. Phys. Bd. 209, H. 1, S. 156. H. 2, S. 161, 1912.
- MATERNA: Das Gewicht der Nebennieren. Ztschr. f. Konstitutionslehre. Bd. 9, 1923.
- MÉNÉTIER, TOURRAINE ET MALLET: Zit. n. Oudin et Zimmern, Radiothérapie, Paris, S. 206, 1913.
- MIESCHER: Die Röntgenempfindlichkeit des Magens als Ursache des Röntgenkaters. Strahlenth. Bd. 11, S. 320, 1920.
- MULON: La corticale surrenale du chien. Cpt. rendu de la Soc. de Biol. 73, S. 714, 1912.
- Division nucléaire et rôle germinatif de la couche glomérulaire des capsules surrenales du cobaye. Cpt. rendu de la Soc. biol. 11, S. 592, 1903.
- NÜRNBERGER: Ueber das Verhalten des Blutzuckers nach Röntgenbestrahlung. Strahlenth. Bd. 12, S. 732, 1921.
- PAPPENHEIM u. PLESCH: Experimentelle und histologische Untersuchungen zur Erforschung der Wirkung des Thorium X auf den tierischen Organismus. Zschr. f. exp. Path. u. Therap. Bd. 12, H. 1, S. 95, 1912.
- PFEIFFER u. JARISCH: Ueber Veränderungen des Nebennierenorgans nach nervösen und toxischen Schädigungen. Ztschrift f. d. ges. exp. Med. Bd. 10, S. 1, 1920.
- QUADRONE: Contributo clinico alla radiotherapia delle ghiandole surrenali inalcuni stati ipertensivi. La rif. med. Bd. 29, S. 187. Ref. Korrespondenzblatt. Bd. 5, S. 428, 1913.
- RIDDLE: Zit. n. Harms. Körper und Keimzellen. Berlin, Springer, 1924.
- RISSE u. POOS: Ueber die Möglichkeit röntgenexperimenteller Verschiebung des physiologischen Inkretgleichgewichtes zwischen Pankreas und Nebennieren und ihren Einfluss auf das vegetative System. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 108, S. 121, 1925.
- Ueber die Möglichkeit einer Beeinflussung der Pankreas- und Nebenniereninkretion durch Röntgenstrahlen und ihr Einfluss auf das vegetative Nervensystem. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 112, S. 176, 1925.
- SALLE u. DOMARUS, v.: Beiträge zur biologischen Wirkung von Thorium X. Ztschr. f. kl. Med. Bd. 78, S. 231, 1913.
- SCHEEL: Ueber Nebennieren. Sekretkörnchen, Oedem, Gewicht. Virch. Arch. Bd. 192, 1918.
- SCHENK: Ueber Veränderungen der Nebenniere nach Kastration. Bruns Beitr. z. kl. Chir. Bd. 67, S. 316, 1910.

- SCHILF: Die quantitativen Beziehungen der Nebennieren zum übrigen Körper. Ztschr. f. Konstitutionslehre. Bd 8, 1922.
- SCHINZ, H. R.: Grundfragen der Strahlenbiologie. Klin. Wochenschr. Nr. 51, S. 2349, 1924.
- SCHINZ u. SLOTOPOLSKY: Der Röntgenhoden. Ergebn. d. med. Strahlenforschung. Bd. 1, 1925.
- SERGENT ET COTTENOT: L'irradiation des glandes surrénales dans la thérapeutique de l'hypertension artérielle. Bull. et mém. de la Soc. méd. des hôp. de Paris. Bd. 30, S. 385, 1914. Ref. Kongresszblt. Bd. 10, S. 294, 1914.
- SSERDJUKOFF: Zur Frage der funktionellen Beziehungen zwischen dem Drüsensparenchym des Ovariums und der Nebennierenrinde. Virch. Arch. Bd. 237, H. 1 und 2, S. 154, 1922.
- STEPHAN: Ueber die Steigerung der Zellfunktion durch Röntgenenergie. Strahlenth. Bd. 11, 1920.
- Ueber die Funktion der Nebennierenrinde. M. m. W. Nr. 10, 1922.
- STIEVE: Untersuchungen über die Wechselbeziehungen zwischen Gesamtkörper und Keimdrüsen. Beobachtungen und Versuche an männlichen Hausmäusen und an männlichen Feldmäusen, zugleich ein weiterer Beitrag zur Zwischenzellenfrage. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 99, Hft. 2/4, S. 390, 1923.
- Vergleichende physiologisch-anatomische Beobachtungen über die Zwischenzellen des Hodens. Pfl. Arch. 200, S. 470, 1923.
- STÖLTZER: Der Einfluss der Fixierung auf das Volumen der Organe. Ztschr. f. wiss. Mikr. Bd. 23.
- STRAUSS: Zum Verhalten des Blutdruckes nach Röntgenbestrahlung. Fortschr. a. d. G. d. Rtgstr. Bd. 28, S. 467, 1921.
- STRAUSS u. ROTHER: Strahleneinwirkung auf das vegetative System. Strahlenth. Bd. 18, S. 37, 1924.
- TSUKAMOTO: Ueber die Stoffwechselstörungen nach Bestrahlung der Leber mit Röntgenstrahlen. Strahlenth. Bd. 18, S. 320, 1924.
- WIESEL: Ueber die Entwicklung der Nebenniere des Schweines besonders der Marksustanz. Anat. Hefte. H. 50, S. 117, 1900.
- Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der menschlichen Nebenniere. Anat. Hefte. Bd. 19, 1902.
- WIESNER: Arch. f. phys. Med. II, 3 u. 4, S. 216, 1904.
- WORMERSHÄUSER: Verhalten des Blutdruckes und der Leukocyten während der Röntgenbestrahlung und deren Beziehung zum vegetativen Nervensystem. Strahlenth. Bd 16, S. 235, 1923.
- ZIMMERN ET COTTENOT: Modifications de la pression artérielle chez l'homme par l'exposition aux rayons X de la région surrénale. Cpt. rendu de la Soc. de biol. 72, S. 676, 1912.
- La radiothérapie des glandes surrénales, ses effets hypotenseurs, ses résultats. Arch. d'électroméd., 1912.
- Traitement par les rayons X des glandes à sécrétion interne en état d'hyperactivité. Presse méd. 14, S. 133, 1914.
- Strahlenth. Bd. 6, S. 305, 1914.



FROM THE ROENTGEN INSTITUTE OF THE ROYAL SERAFIMER HOSPITAL (PROF. G. FORSELL)  
AND THE COUNTY CENTRAL HOSPITAL STOCKHOLM

---

## CONTRIBUTION TO THE TECHNIQUE OF PROJECTION IN RÖNTGENOLOGICAL EXAMINATION OF PARS PETROSA

by

*Erik Lysholm*

(T. b. III IV)

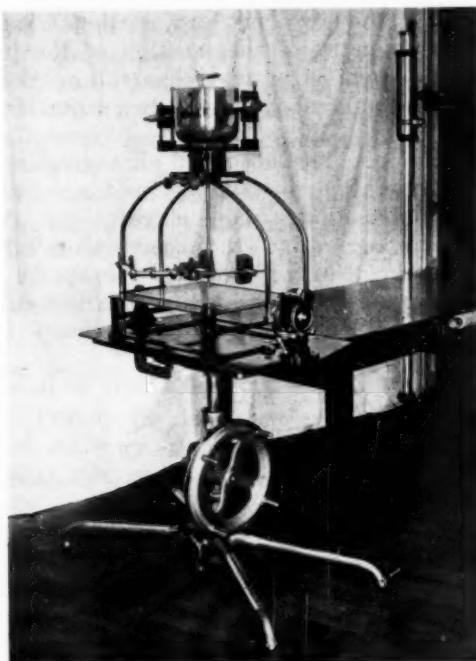
For the röntgenological examination of pars petrosa there are a number of different projections published. Among those who have devoted special interest to this branch of röntgenology may be mentioned STENVERS in Holland, SCHÜLLER and MAYER in Austria whose works on this subject are of fundamental importance.

For the practical work in the röntgenological laboratory and for orientation and analysis of radiographic pictures of pars petrosa it would seem of importance to standardise as much as possible the technique of examination of that part as well as the skull in general.

This paper is an attempt at standardisation of the technique of examination of pars petrosa. The technique for other parts of the skull will be subject for communications at a future date.

In order to be able to judge a skiagram of the skull it is first of all essential that the head should be symmetrically placed. As far as it is possible one must avoid and eliminate such changes in the picture that are due to an asymmetrical position. Should it be impossible to obtain a symmetrical position in one picture, it is necessary to have some arrangement by which the position in one direction can be reproduced exactly and without difficulty on the other side, so as to ensure the pictures on both sides to be fully comparable, thereby avoiding having to spend most of the time in comparing differences in the pictures due to different positions. Furthermore, it is necessary, to be able to work with very small diaphragms, to vary the angles of the central ray within wide limits and rapidly taking stereoscopic pictures. In larger pictures than 13/18 it is necessary, to use a Potter-Bucky diaphragm. This Potter-Bucky diaphragm must be so arranged that pictures can be taken at different angles and in different planes. It is essential to be able to fix the skull accurately.

An apparatus intended to fulfil these demands has been previously described by the author. Its construction will not therefore



Apparatus for precise radiography of the skull. (Bucky diaphragm not shown in illustration.)

be dealt with in this relation, the reader being referred to the adjoined Fig. and the earlier paper on the subject.

The directions submitted below are intended to serve as means of orientation and guide in the practical work.

(The anatomical pictures are obtained by inserting copper rods in the various foramina and canals of dry skulls.)

#### I. Ventro-symmetrical orbital projection. Fig. I.

The central ray is centred on the root of the nose at a dorsal angle of 10 degrees. The petrous portions of the temporal bones then become projected in the orbits, the porus internus is found at about the middle of the orbit and the semicircular canals within the lateral region. (Fig. I.) The pictures illustrate a) the position of the head and the centering of the central ray, b) the anatomy of the specimen.

Clinical importance of the projection: Comparison between the

calcium contents of the two petrous portions, especially in and around the pori, asymmetry of the position of the petrous portions, i. e. whether one of them is situated lower than the other, thus in case of unilateral tumours above the petrous portions and auditory tumours.

Cases in illustration. The adjoined photographs are taken from cases verified by operation or autopsy and are partly taken from H. OLIVECRONA's publication: »Die chirurgische Behandlung der Hirntumoren«. With regard to the cases, therefore, the reader is referred to this work. Nor will the other cases be described here; they will be subsequently dealt with from the clinical aspect by my colleague Dr. N. ANTONI at the Stockholm County Central Hospital.

The changes röntgenologically visible will be described under the skiagrams 1. 2. 3. 4. (Tab. III.)

## II. Ventro-symmetrical supraorbital pontine projection. Fig. II.

In order to obtain the apex of the petrous portion and the dorsum sellae with the posterior clinoid processes, both petrous apices are projected above the orbits. The central ray is centred on the root of the nose at a dorsal angle of 20 degrees. The dorsum sellae and the posterior clinoid processes are then obtained in transverse section, the apex of the petrous portion and porus internus are seen in a marked oblique projection within the upper region of the pyramid; below the porus, the labyrinth and the cochlea as well as on the lateral side of these the semicircular canals are seen to be perspectively much changed and below the petrous portion are seen the foramen ovale and lacerum.

Clinical usefulness: For the diagnosis of pontine tumours, especially the differential diagnosis between pontine tumours of other kinds than auditory tumours and of processes causing unilateral or bilateral changes in the dorsum sellae and the posterior clinoid processes, for these structures are obtained in completely frontal projection.

Cases in illustration (regarding cases see above and skiagrams no. 5. 6. Tab. III.).

## III. Dorso-symmetrical projection of the pontino-cerebellar angle. Fig. III.

Patient is placed on his neck, if necessary with the chin bent forwards. The central ray is centred on the posterior aspect of the great occipital foramen forming a cranially open angle of 30—35 degrees.

Symmetrically free projection is obtained of both the petrous portions, the dorsum sellae with clivus is seen obliquely from above (oblique axial picture), porus is seen in oblique projection, and the semicircular canals are markedly wrongly represented; the dorsal aspect of the petrous portion round the neighbourhood of the porus internus is clearly in evidence.

Clinical usefulness: Diagnosis of auditory tumours, these, as is well known, being situated on the posterior aspect of the petrous portions, fractures and other changes in the posterior fossa of the skull.

Cases in illustration. Skiagrams 7. 8. (Tab. III).

#### IV. Lateral projection. (Porus internus in externus). Fig. IV.

Technique. Patient in side-lying position, the central ray centred in the external auditory canal and with a cranial angle of 15 degrees. The porus internus is seen in the externus, with stereoscopic pictures also the apex of the petrous portion and the canal for the auditory nerve. By using a somewhat larger diaphragm the adjacent clinoid processes and ala minor will also appear and there is also a possibility of judging changes here with this projection.

Clinical usefulness: Mainly in auditory tumours. HENSCHEN has shown in a patho-anatomical publication that auditory tumours arise from the internal region of the internal meatus and that in most cases this meatus can be shown to be enlarged and marked decalcification to have taken place in the apex of the petrous portion. In connection with his publication HENSCHEN suggested the possibility of radiological diagnosis of auditory tumours. In case of the apex of the petrous portion being moderately decalcified, stereoscopic pictures in auditory tumours will show the edge of the enlarged meatus internus like a thin sclerotic ring. The canal is clearly seen. In case of the petrous portion being much decalcified, this sclerotic ring will also disappear. On account of the much reduced calcium contents it is impossible even with stereoscopic pictures to obtain any clear view of the apex of the petrous portion. It is seen as a thin cloud over the base of the petrous portion; the only thing visible is an indication of canalis and of course the external meatus.

It would seem clear from the aforesaid that in certain cases it is possible to observe an enlargement of the porus internus and to connect this with an auditory tumour; in certain cases with marked decalcification of the petrous portion it is impossible to distinguish a pathological process arising from the auditory nerve from such a

process occasioned by changes within adjacent parts of the skull, by reason of the fact that the most important detail from the point of view of differential diagnosis, the margin of the internal meatus, is impossible to be seen. For röntgenological differentiation of auditory and pontine tumours of other etiology the dorso-symmetrical projection would therefore seem to be the most valuable method when decalcification has proceeded so far that the margin of the internal meatus has disappeared on stereoscopic pictures. More decided changes in the dorsal and middle parts of the petrous portion would thus be in favour of a tumour arising from the auditory nerve.

Tumours of the temporal lobe, suprasellar and pontine tumours of other etiology may bring about changes in the apices of the petrous portions besides unilateral changes in the posterior clinoid processes. In case of the changes being considerable, it is probably very difficult to make a differential diagnosis by röntgenological analysis alone of the petrous apices. Regarding the diagnostics of other tumours it will not be dealt with in this relation.

It should be noted that according to SCHÜLLER a different size of the two pori may be of congenital origin. In one case of auditory tumour there was even narrowing of the porus internus which has been explained as an analogy to the condition of hyperostosis generally arising in cerebral tumours. Bilateral enlargement of both pori occurs, as is well known, in increased cerebral pressure.

Cases in illustration. Skiagram no. 9. (Tab. IV).

**V. Axial projection. Vertico-submental or submento-vertical and axial orthoproduction in lateral position. Fig. V.**

The technique will be readily understood from the pictures. This projection is useful for diagnosing changes in the middle fossa of the skull, tumours of the temporal lobe and changes in the apices of the petrous portions and in the sphenoidal sinuses. See fig.

This projection is often impossible to obtain, wherefore instead an axial orthoproduction of the base of the skull in lateral position can be used. Naturally one must then take two pictures of the right and the left part respectively of the base of the skull. The central ray is directed to the angle of the jaw at a cranial angle of 30 degrees and a dorsal angle of 5 degrees. This projection with small diaphragm also gives an excellent axial picture of the petrous bone, especially apt to throw light upon the condition of the antrum (cholesteatoma), as well as the base of the skull in front of and behind the petrous portion; the semicircular canals also come out beautifully.

The projections that have been dealt with above are mainly used in the examination of tumours. I would now like to pass on to projections of particularly otological interest.

**VI. Stenvers-Jensen's projection. Fig. VI.**

The patient is placed in REESE's position. The central ray is directed to the middle of the zygomatic arch at a dorsal angle of 10 degrees. With this projection the labyrinth, semicircular canals, transverse section of the mastoid, the position of the antrum and porus internus are seen as in projection I.

**VII. Mayer's projection. Fig. VII.**

Patient is in supine position but rotated 45 degrees; the central ray is directed into the external auditory canal at a cranial angle of 30 degrees. With this projection a good view is especially obtained of cavum tympani, the antrum and its relation to the semicircular canals. On this picture the petrous portion appears shortened.

**VIII. Orthoprojections in lateral position. Fig. VIII.**

STENVERS' and MAYER's projections give at the most a picture of the petrous bone in frontal and axial positions. Because the patient's head has to be rotated it is difficult to get them symmetrical and the size of the petrous portion does not correspond with the actual dimensions. I make use, instead, of orthoprojections of the petrous portion in axial and frontal directions. With regard to the axial projection, see above; as regards the frontal orthoproduction the central ray is directed to the posterior margin of the lateral border of the orbit at a dorsal angle of 30—35 and a caudal angle of 10 degrees. The central ray will then pass through the apex of the petrous bone, the size of which will thus be the actual one. The picture will on the whole reveal the same structures as in STENVERS' projection. By these two orthoprojections, therefore, views are obtained of the petrous portion in frontal and axial directions, where the röntgenological size will be anatomically true and where fully comparable symmetrical pictures are obtained with the least possible errors. It will be easier, therefore, to recognize smaller anatomical changes.

**IX. Semicircular canals and labyrinth. Fig. IX.**

To get a special view of the region of the semicircular canals and surrounding parts the central ray is directed to the pupil at a lateral angle of 10 degrees, a diaphragm being used giving a picture 2—3 cm. in size.

**X. Mastoid process. Fig. X.**

The central ray is directed to the dorsal part of the external auditory canal, the ear being folded forwards. LAWS' position can be used here with the central ray directed 20 degrees cranially and 20 degrees dorsally but in my opinion it is better first to direct the ray 15 degrees cranially, taking stereoscopic pictures in that position, and then direct it 15 degrees cranially and 15 degrees dorsally and there again taking stereoscopic pictures. The mastoid process will then be viewed partly obliquely from above, partly obliquely from above and behind. Stereoscopy is necessary here to get a complete general view. Another way is to take 4 small pictures on a 18/24 film, thus using the same technique as in duodenal examinations. The different pictures are exposed differently and in this series one has the possibility of viewing 6 stereoscopic pictures.

**XI. Canalis opticus and maxillary joint. Fig. XI.**

(The projections of these parts will be evident from the figures).

Finally, I wish strictly to emphasize the desirability of making the greatest possible use of stereoscopic skiagrams in skull cases.

**SUMMARY**

The author has worked out a schedule of projections for the röntgenological examination of pars petrosa. To these schematic drawings the author has added anatomical illustrations, obtained by inserting copper wires in the foramina and canals of pars petrosa and intended to serve as a guide in the practical work in the röntgenological laboratory. In connection with the schematic drawings the author submits radiograms of verified cases by the aid of the above stated technique.

**ZUSAMMENFASSUNG**

Verfasser hat ein Projektionsschema für die Röntgenuntersuchung der Pars petrosa ausgearbeitet. Zu diesen schematischen Zeichnungen gehören anatomische Bilder, die dadurch erhalten wurden, dass man Kupferdrähte in die Pars petrosa legte. Diese Bilder sollen zur Orientierung bei der praktischen Arbeit im Röntgenlaboratorium dienen. Im Anschluss an die schematischen Zeichnungen werden Röntgenbilder von verifizierten Fällen publiziert, die mit Hilfe der oben angegebenen Technik erzielt worden sind.

**RÉSUMÉ**

L'auteur a élaboré un schéma de projection pour l'examen radiologique du rocher. A ces dessins schématiques sont annexés des images anatomiques obtenues par l'inclusion de fils de cuivre dans le rocher et destinées à servir de guide dans la pratique des laboratoires radiologiques. A ces dessins schématiques sont joints des radiographies de cas vérifiés à l'aide de la technique ci-dessus.

## REFERENCES

- CUSHING: Tumors of the nervus acusticus. Philadelphia 1917.
- HENSCHEN: Die Acusticus tumoren. Eine neue Gruppe der radiographisch darstellbaren Hirntumoren. Fortschritte a. d. Geb. der Röntgenstrahlen. Bd 18. S. 207. 1912.
- JENSEN: Over Röntgenologische Schedelonderzoek. Amsterdam 1917.
- LYSHOLM: Apparatus for precise radiography. Acta radiol. Bd 4 s. 507. 1925.
- MAYER: Zur Röntgenuntersuchung der Schädelbasis bei basalen Tumoren. Fortschr. a. d. Geb. der Röntgenstrahlen. Bd 35 s. 187. 1926.
- OLIVECRONA: Die chirurgische Behandlung der Hirntumoren. Verlag Julius Springer. Berlin. 1927.
- SCHÜLLER: Schittenhelms Lehrbuch der Röntgendiagnostik. Bd I. Berlin 1924.
- STENVERS: Röntgenography of the os petrosum. Acta oto-laryngologica. Bd 3. 1922.
- VÖLGER: Röntgenaufnahmeverfahren des Schläfenbeins. Acta oto-laryngolog. Vol. V. Fase. I. 1923.





Fig. I. Ventro-symmetrical orbital projection.

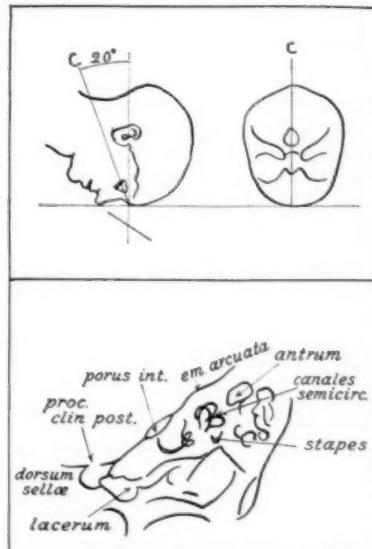


Fig. II. Ventro-symmetrical supraorbital projection.

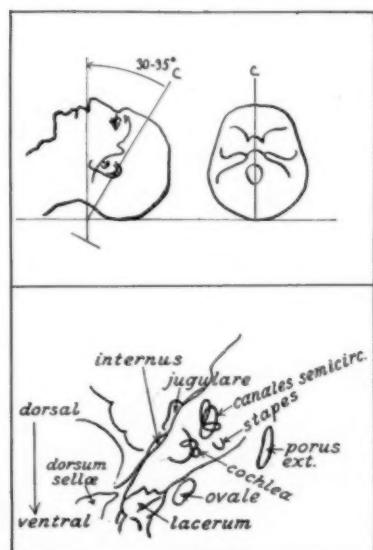


Fig. III. Dorso-symmetrical projection of the pontino-cerebellar angle.

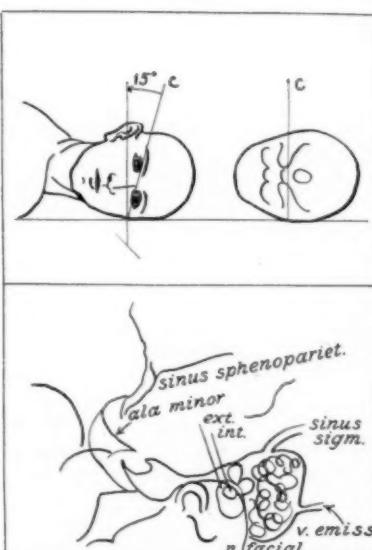


Fig. IV. Lateral projection.

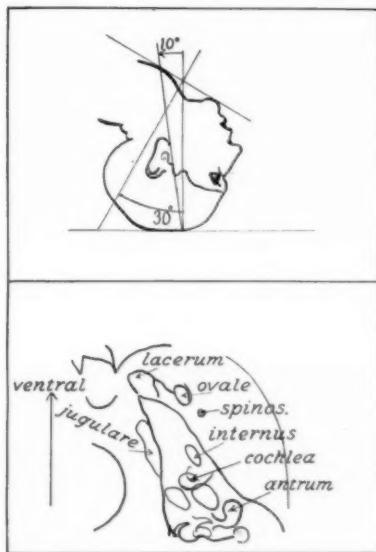


Fig. V. Axial projection.

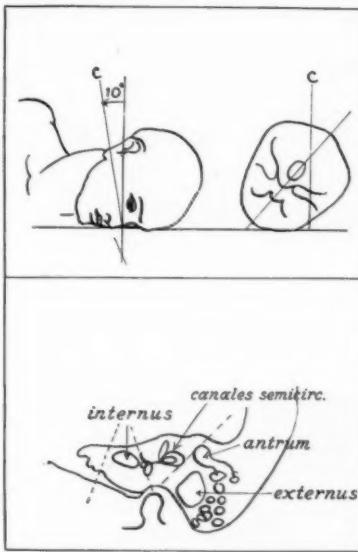


Fig. VI. Stenvers-Jensen's projection.

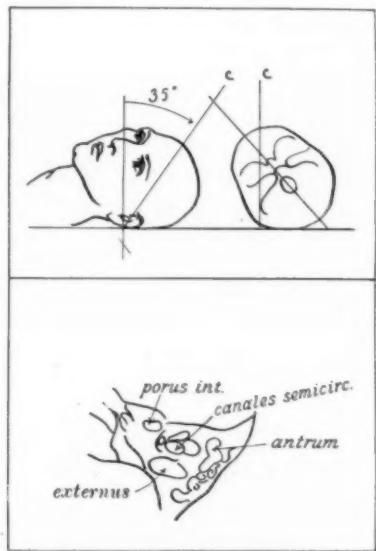


Fig. VII. Mayer's projection.

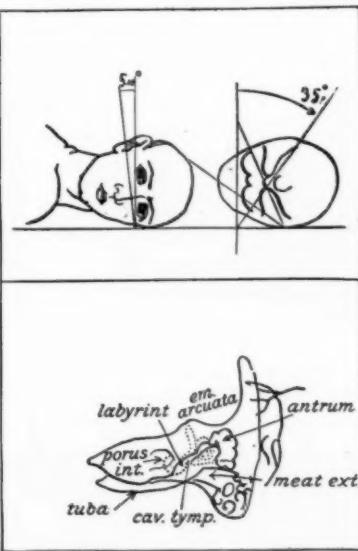


Fig. VIII. Orthoprojection of p. p. in lateral position 1 frontal (schematic).

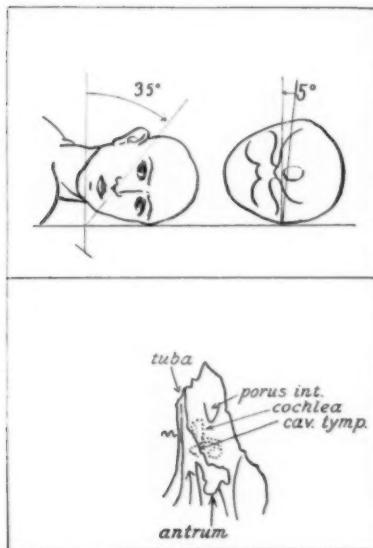


Fig. IX. Orthoprojection of p. p. in lateral position 2 axial schematic comp. fig. V.

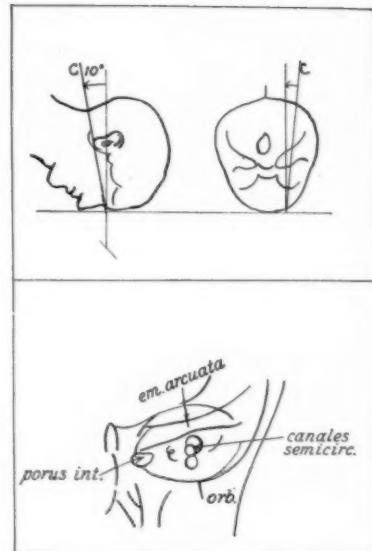


Fig. X. Special projection of the semicircular canals and labyrinth.



Fig. XI. Mastoids process.

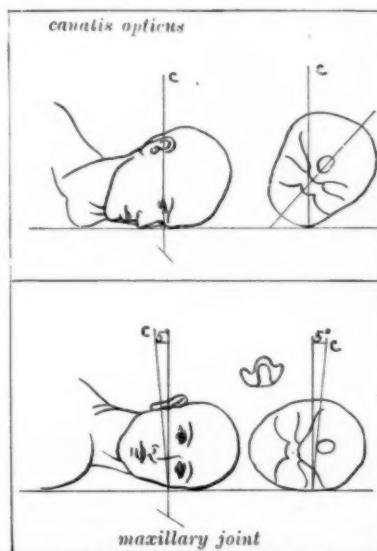
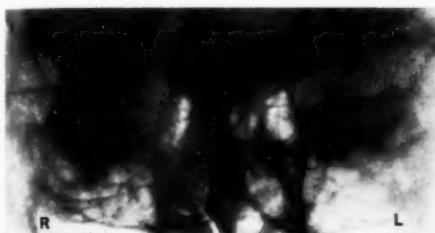


Fig. XII. Canalis opticus and maxillary joint (5° candal 5° dorsal.)



Decalcification of right apex by a tumour of nervus acusticus.



R.  
L.  
Neurinoma of the nervus acust. on right side.



Decalcification on both sides by cerebellar tumour.

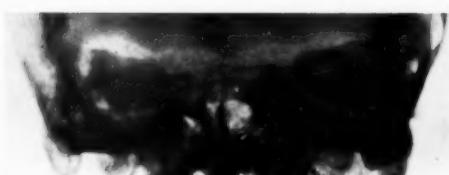


Showing destruction in the middle part by a menin-  
gioma of tentorium.

I. Ventro-symmetrical orbital projection.



Normal.



Destruction of the left proc. clin. post. caused by  
a tumour of the nervus acust. on left side.

II. Ventro-symmetrical supraorbital pontine projection.



R.

L.

Neurinoma of the nervus acust. on right side.



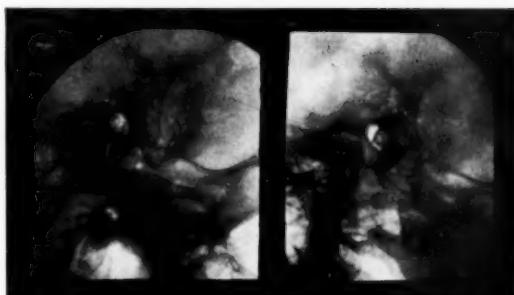
Neurinoma of the nervus acust. on both sides.

III. Dorso-symmetrical projection of the pontino-cerebellar angle.

A

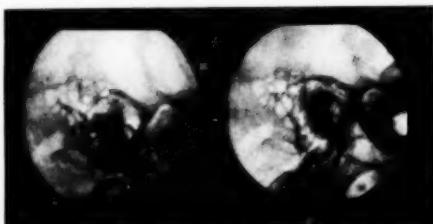


Routine  
reopin



Stereopicture showing complete destruction of apex and porus int.

IV. Lateral projection (porus int. in externus).



Routine mastoid technique 15° cranial 15° dorsal stereopictures of 5 cm. diameter on a 13×18 film.

15° cranial stereopictures on 13×18 film showing cavity near tegmen tympani.

V. Mastoid Process.



R.

L.

Maxillary joint (routine technique).

Ü

Ei  
un  
sel  
un  
ste  
die  
ins  
Rä  
be  
sp  
sic  
kö  
ein  
sc  
ne  
se  
au

ma  
un  
oo  
zü  
9)  
or  
un

## ÜBER DIE EINRICHTUNG DER DUNKELKAMMER AN RÖNTGENABTEILUNGEN

von

*Arvid Lundqvist*

Bei Entwurf der Pläne zu einer Dunkelkammer und bei ihrer Einrichtung an einer Röntgenabteilung steht man oft vor Fragen und Situationen, die dem praktisch arbeitenden Radiologen — und sehr oft auch dem Architekten — fremd sind, und die sich mitunter schwer in zufriedenstellender Weise lösen lassen. Die nachstehenden Auseinandersetzungen gründen sich auf die Erfahrungen, die Verf. bei der Einrichtung der Dunkelkammerabteilung am Röntgeninstitut des »Sophiahemmet«, bei gewissen Umbauarbeiten an der Röntgenabteilung des Krankenhauses Sabbatsberg und bei in Gang befindlichen Neueinrichtungen von Röntgenlaboratorien in Provinzspitälern gewonnen hat, und er hofft, dass die hier vorgelegten Gesichtspunkte für Fachkollegen in analogen Situationen von Wert sein können. Da ferner an vielen Stellen verschiedene Auffassungen über einzelne Prinzipien und Details in der Dunkelkammerarbeit herrschen, sind einige von ihnen in Erörterung gezogen worden, einige neue Zeit und Arbeit ersparende Details vorgelegt, und einige Vorschläge für Entwurf und Einrichtung von Dunkelkammeranlagen ausgearbeitet worden.

### **Wahl des Platzes für die Dunkelkammer und Kommunikationen**

Die Erfahrungen, die jeder Röntgenologe in der täglichen Arbeit macht, verlangen, dass die Dunkelkammer so zentral wie möglich untergebracht werden soll — nächst dem Diagnostiklaboratorium oder, wenn mehrere vorhanden sind, zwischen diesen. Eine vorzügliche Placierung der Dunkelkammeranlage ist die auf Plan I (Fig. 9) ersichtliche (Röntgeninstitut des »Sophiahemmet«), die eine Anordnung ergibt, welche die Arbeit sehr erleichtert. Erlauben Form und Grösse des Baues keine solche Disposition, so muss man sich

natürlich mit einer mehr peripher gelegenen Dunkelkammer begnügen, jedenfalls soll sie aber möglichst nahe vom Diagnostiklaboratorium untergebracht sein, sodass man zwischen diesem und der Dunkelkammer keinen weiten Weg zu machen hat.

Selbstverständlich sollen Lichtschleusen für Ein- und Ausgang sowie Kassetteneschleusen für den Transport von Kassetten vorhanden sein. Beziiglich der Anordnung der Lichtschleusen dürfte der kurze Gang (von mindestens 1 m Länge und 0,80 m Breite) mit Türen an jedem Ende dem anderen Typus — dem breiten Gang, der mit einspringenden, quergestellten Wänden versehen ist, sodass die Passage im Zick-Zack vorsieht geht, — vorzuziehen sein. Die zweitgenannte Anordnung nimmt beträchtlich mehr Platz ein, ist aber eingeführt worden, um die Passage zu erleichtern und das gleichzeitige Öffnen beider Türen zu vermeiden; man dürfte aber durch mechanische Schliessvorrichtungen oder ein elektrisches Signalsystem ungefähr die gleiche Sicherheit erreichen. Das letztere ist wohl zweckmässiger, weil mechanische Anordnungen leichter Funktionsstörungen ausgesetzt sind und so beträchtliche Unannehmlichkeiten mitsichbringen können.

Die Form und Grösse der Kassetteneschleusen wird je nach den Forderungen gewählt, die im gegebenen Falle an sie gestellt werden müssen, und nach dem zur Verfügung stehenden Raum. Es ist indes von Wichtigkeit, dass sie im Entwurf an die richtige Stelle verlegt werden, weil sonst Schwierigkeiten in der Dunkelkammerarbeit entstehen können (vgl. unten).

Um in ständigem Kontakt mit der Dunkelkammer stehen zu können, muss stets ein Lokaltelephon vorhanden sein — vor allem aus den Manövrierungsräumen. Unter gewissen Verhältnissen kann es auch zweckmässig sein, Sprachrohre, z. B. bei den Kassetteneschleusen, anzubringen.

#### Aufteilung der Dunkelkammerarbeit

In der Dunkelkammer einer modernen Röntgenabteilung müssen ja mehrere gänzlich verschiedene Arbeitsgattungen ausgeführt werden können. Es geht hier einerseits eine mechanische Arbeit vor sich — das Umladen der Kassetten —, anderseits eine chemische Arbeit — Entwicklung, Fixieren, Spülen und Trocknen der Radiogramme. Ferner müssen hier Möglichkeiten zu photographischen Spezialarbeiten, wie Vergrösserung oder Verkleinerung ganzer Radiogramme oder gewisser Teile von ihnen, und zur Herstellung von Skioptikonbildern und Kopien vorhanden sein. Eine andere wichtige Forderung ist die, dass der Untersucher in der Lage sein muss, zu jeder beliebigen Zeit die neu aufgenommenen Radiogramme unmittelbar nach dem Entwickeln und Fixieren zu besichtigen, wobei die sonstige

Dunkelkammerarbeit natürlich so wenig wie möglich gestört werden darf.

Die Ausführung aller dieser verschiedenen Arbeiten in ein und demselben Raum stößt indes auf Schwierigkeiten. Das Umladen der Kassetten, die Entwicklung und gewisse von den obenerwähnten photographischen Spezialarbeiten müssen ja in gedämpfter Dunkelkammerbeleuchtung vorsiegehen, während die Prüfung der Radiogramme bei hellem, scharfem, wenn auch indirektem Licht geschehen muss. Soll die Besichtigung der Filme im gleichen Raum wie die oben erwähnten Arbeiten vorsiegehen, so ist es erforderlich, dass die unexponierten und die in Entwicklung begriffenen Filme vor Licht geschützt werden, etwas, was bei der Dunkelkammerarbeit in hohem Grade störend ist. Dass die Entwicklung der in der Entwicklungsflüssigkeit liegenden Radiogramme gleichzeitig ohne Aufsicht weitergehen muss, macht die Sache nicht besser. Weiter werden die Augen des Dunkelkammerpersonals von Zeit zu Zeit scharfem, weissem Licht ausgesetzt, die Adaption für die gedämpfte, schwache Dunkelkammerbeleuchtung wird temporär zunichtegemacht, und es ist mit einer gewissen Schwierigkeit verbunden, den Gang des Entwicklungsprozesses gleich nach dem Ablöschen des Lichtes zu verfolgen. Es ist also zweckmässiger, die Dunkelkammerarbeit auf zwei Räume zu verteilen, wobei die Kassettenladung und Entwicklung in dem einen Raum vorsiegeht, die Besichtigung der Filme in dem anderen. Die Fixierung und Spülung erfolgt am besten im letztgenannten Raum, wie es seit dem Jahre 1915 im Röntgeninstitute des Seraphimerkrankenhauses der Fall ist. Die erwähnten photographischen Spezialarbeiten können gleichfalls auf die beiden Räume verteilt werden, oder, wenn der Platz dazu ausreicht, in einen dritten verlegt werden.

#### **Einrichtungsdetails: Fussbodenbekleidung**

Der Fussboden der Dunkelkammer soll mit einem gegen Feuchtigkeit undurchlässigen Belag bekleidet sein. Asphaltboden mit lose daraufliegendem Holzgitter soll indes vermieden werden. Der Asphalt erweicht nämlich leicht und bildet Gruben an den Stellen, auf denen das Holzgitter ruht, auch sammelt sich in diesen Gruben Flüssigkeit an. Dieser Fussbodenbelag ist schwer reinzuhalten und ermüdend beim Gehen. Eine geeignete Fussbodenbekleidung sind Klinkerplatten, die im Röntgeninstitut des »Sophiahemmet« verwendet worden sind und sich als sehr zweckmässig, leicht reinzuhalten und behaglich beim Gehen erwiesen haben.

### Bekleidung und Farbe der Wände

Schwarze oder dunkelfarbige Wände in der Dunkelkammer erschweren die Arbeit, weil der Raum im ganzen dunkler, und die Beurteilung der Abstände schlechter wird. Die Wände sollen deshalb hell sein, gedämpfte graue Farbe kann als geeignet bezeichnet werden. Der Reflex der Dunkelkammerlampen an den Wänden erleichtert die Arbeit insofern, als der Raum gleichmässiger beleuchtet ist, und dieses Licht wirkt nicht schädlich auf die Filme — NB., wenn lichtdichte Filter verwendet werden. Mit Kacheln bekleidete Wände sind natürlich mit Ölfarbe gestrichenen vorzuziehen, obgleich ihre Anschaffung beträchtlich teurer ist. Die Unterhaltungskosten sind dagegen geringer, weil der Ölfarbenanstrich bald durch Bespritzten mit Chemikalien und Wasser bei der Dunkelkammerarbeit verdorben wird.

### Bekleidung des Arbeitstisches

Für die Bekleidung des Arbeitstisches ist ein in jeder Beziehung geeignetes Material schwer zu finden. Holz verschiedener Art, *imprägniert* oder z. B. mit *Linoleum* bekleidet, ist an und für sich nicht hinreichend widerstandsfähig gegen die Chemikalien und hält die Feuchtigkeit nicht ab.

Von den wenigen Metallen, die in Frage kommen können, ist *Blei* zweifellos das wenigst empfindliche Material, das durch die Chemikalien nicht angegriffen wird. Es ist jedoch auf die Dauer nicht so haltbar, sondern die Oberfläche wird bald schwarz und hässlich und durch mechanische Einflüsse mehr oder weniger uneben. Ein mit Blei bekleideter Arbeitstisch ist jedoch billig herzustellen und die Bleibekleidung lässt sich für wenig Geld erneuern, wenn das Metall entzweigeht oder die Oberfläche allzu hässlich wird. Bei bleibekleideten Tischen besteht jedoch immer die Gefahr der Bleivergiftung. Zur Vermeidung dieser Gefahr kann eine Einfassung der Bleiplatte in vergleichsweise breite Eichenleisten empfohlen werden, damit die Hände so wenig wie möglich mit dem Metall in Berührung kommen, so wie es am Röntgeninstitut des Seraphimerkrankenhauses seit vielen Jahren in Gebrauch ist.

Von anderen Metallen können nur *Nickel* oder *nickelhaltige Legierungen*, z. B. *Monel*, in Frage kommen; sie sind haltbar und stark, aber teuer, und die Montierung bei der Einrichtung ist ziemlich schwer. Man bekommt ferner äusserst leicht Flecken von den Entwicklungs- und Fixierungsflüssigkeiten, die beide schwefelhaltige Verbindungen enthalten, welche bei Zersetzung schwarze, schwer zu entfernende Flecken geben. Die benutzte Fixierungsflüssigkeit lässt ausserdem

weisse, glänzende Flecken von ausgefällttem Silber zurück. Die Folge wird eine fleckige, hässliche Oberfläche, schwer reinzuhalten und von unangenehmem Aussehen, anderseits ist aber die Bekleidung stark und haltbar und birgt keine Vergiftungsgefahr in sich. Nickel und nickelhaltige Legierungen, z. B. Monel, sind deshalb dem Blei vorzuziehen. Erwähnt sei, dass Deckel, die zur Bedeckung der Fixierungsschalen und dergl. benutzt werden, auf ihrer Unterseite womöglich entweder mit Blei bekleidet, oder mit eingebraannter Lackierung versehen, oder mit anderem säurefesten Material belegt sein sollen, um eine Zersetzung des Metalls zu vermeiden. Es bildet sich nämlich an solchen Deckeln über eingeschlossenen Flüssigkeitsoberflächen nach kurzer Zeit ein Beschlag von fressend und zersetzend auf die Metalle wirkenden Substanzen, und es entsteht Grünspan an deren Oberfläche.

*Porzellan-* oder *Kachelplatten* sind teuer, und die Glasur hält nur kürzere Zeit, wonach die Oberfläche schmutzig gefärbt wird.

*Stahlgeschliffener Beton* hat eine schöne Oberfläche, sie hält aber gleichfalls den Einwirkungen von Chemikalien nicht stand, ebenso wenig wie die von Kalksteinplatten verschiedener Art.

Ein haltbarer und billiger Belag für Arbeitstische ist säurefester Asphalt, der leicht anzubringen und leicht reinzuhalten ist, aber die Oberfläche wird unschön und uneben. Der Asphaltbelag muss auf einer Unterlage angebracht werden, die aus einer Holz- oder Metallplatte oder Betonschicht bestehen kann. Hierbei muss hervorgehoben werden, dass Holz Feuchtigkeit aufnimmt, sich wirft, auch allmählich faul und deshalb bei Anfertigung von Arbeitstischen für die nassen Arbeiten in einer Dunkelkammer möglichst vermieden werden soll.

Eine haltbare, leicht zu bearbeitende und vergleichsweise billige Bekleidung, die als bester Belag für Arbeitstische in einer Dunkelkammer zu empfehlen wäre, sind Schieferplatten, die man in einer Länge von mehr als  $1\frac{1}{2}$  m und einer Dicke bis zu 7 cm bekommen kann, und deren Oberfläche sich leicht glattpolieren lässt. Bei Anfertigung von Tischen mit Schieferbelag können die Schieferplatten auf eine Unterlage aus armiertem Beton gelegt und auf dieser mittels Zement oder Asphalt befestigt werden. Dies ist aber ziemlich kostspielig; als einfacher und billiger ist eine Eisenkonstruktion zu empfehlen. Diese besteht aus Eisenkonsolen, die in die Wand eingemauert, mit einander durch querlaufende Eisentraversen verbunden und am freien Rand durch ein breites, fortlaufendes Winkeleisen zusammengehalten sind. Mehrere Eisenfüsse geben der Konstruktion noch mehr Stabilität. Sämtliche Metallteile werden galvanisiert, und ausserdem werden die nach innen gewendeten Teile genau mit Mennig bestrichen, um sie gegen die Feuchtigkeit des Raumes wider-

standsfähig zu machen. In diese Eisenkonstruktion werden die Schieferplatten eingelegt, die dadurch nach allen Seiten gestützt sind, und durch einzementierte Schrauben an den Konsolen und Quertraversen befestigt werden.<sup>1</sup> Um Bruchschäden zu verhüten, legt man die Platten auf elastische Unterlagsscheiben. Die Zusammenfügung der einzelnen Platten erfolgt mittels Asphalt oder Steinkitt, die mit pulverisiertem Schiefer versetzt sind. Auch die in den Tisch eingelassenen Tanks oder Porzellanausgusswannen werden mit Steinkitt oder Asphalt gedichtet, welch letzteres Material den Vorteil hat, dass es sich durch Erwärmung erweichen und losmachen lässt. Zu beachten ist, dass die Schieferplatten nicht, wie man es bei Metallplatten macht, dem oberen Rande der Seitenwände der in den Tisch eingelassenen Porzellanwannen aufliegen sondern nur dicht bis an diesen Rand reichen sollen. Dies, um Schädigungen des rel. spröden Schieferrandes zu vermeiden (vgl. Fig. 20—22). Aus demselben Grunde, und um Flüssigkeit, die etwa auf die Tischplatte verschüttet ist, am Herunterrinnen zu hindern, können ölimprägnierte Holzleisten mittels eingekitteter Schrauben unter Zwischenlegung einer dünnen Gummipackung an den freien Rand der Schieferplatten befestigt werden, die sich dadurch leicht austauschen lassen (vgl. Fig. 21). Auf die geschilderte Weise vermeidet man jede Holzkonstruktion bei Anfertigung der Tische und erhält eine völlig dichte Scheibe. Bei metallbelegten Tischen mit eingelassenen Tanks und Porzellanwannen ist dies nicht zu erreichen, da rund um deren Rand stets ein freier Raum bleibt, in den die Flüssigkeit eindringt und an der Aussenseite der Gefässe in die Tischkonstruktion und zum Boden hinabrinnt. Der Vorteil des hier beschriebenen Tisches ist augenfällig; man gewinnt eine schöne, haltbare Oberfläche, die leicht reinzuhalten ist und die gewöhnlichen, bei Entwicklung wie bei Fixierung gebräuchlichen Chemikalien verträgt, ohne dass Flecken entstehen oder die Oberfläche zerfressen wird. Die Tische bedingen geringe Erhaltungsauslagen, die Material- und Anfertigungskosten sind rel. wenig teurer als beispielsweise bei nickel- oder monelbelegten Tischen, denen die schieferbekleideten in ihrer Haltbarkeit weit überlegen sind. Diese Bekleidung dürfte also allen anderen oben genannten überlegen sein und kann deshalb vor allem empfohlen werden.

#### **Wasser-Zu- und Abfluss**

Wasserhähne für warmes wie für kaltes Wasser sollen an allen Stellen angebracht werden, wo man möglicherweise Wasser zu Arbeits-

<sup>1</sup> Ein Vorschlag für eine solche Konstruktion ist in den nachstehenden Detailzeichnungen (Fig. 14—22) gemacht.

oder Reinigungszwecken brauchen könnte, und man tut besser, zu viele einzulegen als zu wenig. Wenn die sauren Fixierbäder in die Abflussleitungen ausgeleert werden, soll dafür eine besondere Abflussleitung angelegt sein, oder die gemeinsame soll aus glasierten Tonröhren bestehen. Münden in die Abflussleitung Rohrleitungen von den einzelnen Bädern ein, so sollen diese aus Blei oder anderem säurefesten Metall (oder eventuell aus Ebonit) sein — die bei gewöhnlichen Rohrleitungen gebräuchlichen Kupferrohre sind unbrauchbar, weil sie sehr bald zerfressen werden. Messing hält etwas länger, ist aber gleichfalls ungeeignet. Auch bei Tanks oder Porzellanwannen mit Ablauf sollen die Hähne und Abflussmontierungen am Boden, die in enge Berührung mit der sauren Fixierungsflüssigkeit kommen, aus säurefestem Metall bestehen (»rotes säurefestes Metall«, Nickel oder Phosphorbronze).

#### **Detailanordnungen für die Dunkelkammerarbeit: Kassettenladungstisch**

Zur Umladung der Kassetten finden sich in verschiedenen Laboratorien verschiedene Anordnungen. Am zweckmässigsten dürfte die Verwendung sogen. Ladungstische sein, in deren Laden der Filmvorrat verwahrt wird. Solche Tische gibt es in verschiedenen Konstruktionen und ich will hier ein einfaches derartiges Modell beschreiben.

Der Tisch ist ca. 115 cm hoch mit einer leicht abschüssigen, mit Linoleum oder Glas bekleideten Platte, die so gross sein soll, als der Raum es erlaubt (ca. 90 × 60), damit das Laden der Kassetten möglichst leicht vorsichgehen kann. Unter der Platte befindet sich ein Fach, dessen Boden eine schiefe Ebene bildet, und das mit Trennungswänden versehen ist, die es in mehrere kleine, für die verschiedenen Filmgrössen passende Fächer aufteilt, in denen die Filme mit der Schmalseite nach aussen liegen. Die Filme werden aus ihren Kartons genommen, und, mit dem dazugehörigen Papier bedeckt, in ihr Fach gelegt. Bei Ladung der Kassetten braucht man also nur mit der Hand in das Fach hinabzugreifen, in dem die gewünschte Filmgrösse liegt und einen Film herauszuziehen. Das ganze grosse Fach wird auf der Vorderseite durch eine in Scharnieren bewegliche Türe oder durch einen fällbaren und unter das Fach einschiebbaren Deckel, der dadurch keinen nennenswerten Raum in Anspruch nimmt, lichtdicht verschlossen. Unter dem grossen Fach hat eine grössere Schublade für Papierabfälle usw. Platz. Der Tisch enthält außerdem eine lichtdichte Lade, wie auch leicht erreichbare Regale für Kassetten, Filmklemmen und dergl. mehr. Bei dieser einfachen Anordnung hat man alles, was man zur Umladung der

Kassetten braucht, an einer Stelle in erreichbarer Nähe bei möglichst geringem Platzaufwand, und man kann das ganze in einem Augenblick vor Licht schützen, indem man den Deckel mit einem Handgriff schliesst und sperrt. Natürlich können andere Detailanordnungen zum Verwahren der Filme und zu ihrem Schutz angefertigt werden, z. B. mit selbstschliessendem Deckel. Am einfachsten ausführbar und bei Aufteilung der Dunkelkammerarbeit auf zwei Räume vollständig ausreichend ist wohl die ersterwähnte Anordnung. Wenn die Dunkelkammerarbeit in einem einzigen Raum vorsieht geht, darf-

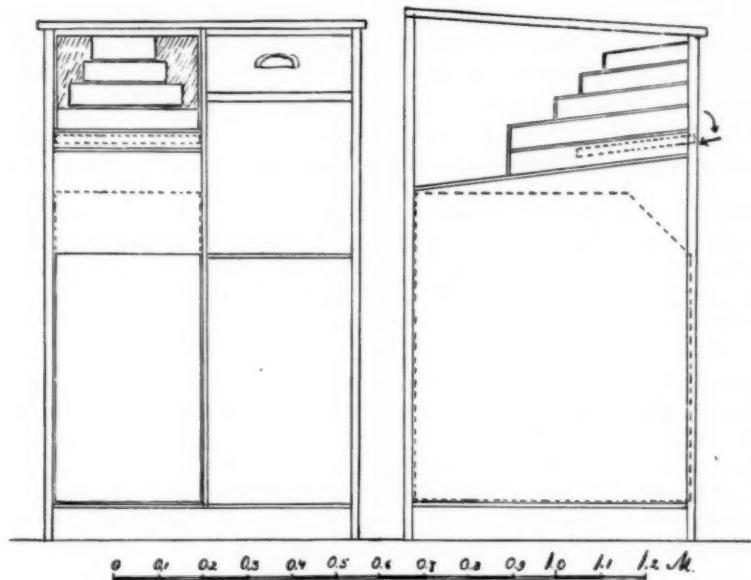


Fig. 1.

ten dagegen selbstschliessende Anordnungen für den Deckel notwendig sein — am besten mit derartigen Kontaktanordnungen zur Lichtleitung kombiniert, dass kein weisses Licht in der Dunkelkammer angezündet werden kann, solange der Deckel des Filmfaches nicht vollständig geschlossen ist.

#### Standentwicklung und Schalenentwicklung

Bezüglich der *Entwicklung* hat man sich bei der Dunkelkammer-einrichtung für Schalenentwicklung oder Standentwicklung zu ent-

scheiden. Die Ansichten über die Eignung dieser beiden verschiedenen Prinzipien in der Dunkelkammerarbeit sind immer noch geteilt.

*Standentwicklung nach bestimmter Zeit* ist für die Arbeit in der Dunkelkammer einer Röntgendiagnostikabteilung ungeeignet, weil sie eine sehr genaue Exponierung voraussetzt. Diese lässt sich indes unmöglich durchführen, da sie eine sehr genaue Individualisierung der Expositionszeit, Spannung und Stromstärke bei der Exponierung verlangt, und eine genaue Kenntnis über die jedesmalige Konzentration der Entwicklungsflüssigkeit, was selbst der Erfahrenste nicht alles mit der nötigen Präzision beherrschen kann.

*Langsame Standentwicklung* ( $\frac{1}{2}$ —1 Stunde Entwicklungszeit) mit verdünntem Entwickler ist gleichfalls ungeeignet, weil es zu Stagnation im ganzen Betrieb führt.

*Die Art der Standentwicklung*, die hier in Betracht kommt, ist somit die, bei welcher der Film während der Behandlung in einer schnell wirkenden Entwicklungsflüssigkeit hängt, und der Gang des Entwicklungs- und Fixierungsprozesses auf gewöhnliche Weise kontrolliert wird, dadurch, dass man den Film zu der Zeit, da die nötige Entwicklungsdauer vermutlich bald erreicht sein dürfte, mehrmals aus der Flüssigkeit heraushebt und gegen das Licht besichtigt.

Sowohl die Schalen- wie die Standentwicklung haben meiner Erfahrung nach je ihre eigenen Vor- und Nachteile.

#### *Standentwicklung hat folgende Vorteile:*

1. Sie arbeitet geräuschlos, man bleibt von dem ständigen, irritierenden Motorsurren verschont
2. Der Film sitzt in einem Filmhalter aufgehängt, sodass man leichter mit ihm hantieren kann.
3. Sie ist sparsamer, weil die Entwicklungsflüssigkeit sich bedeutend länger hält als in Schalen.
4. Sie nimmt weniger Platz in Anspruch.

#### *Nachteile:*

Die Qualität der Radiogramme ist auch bei doppelgegossenen Filmen im Durchschnitt ein wenig geringer, weil Entwicklungs- und Fixierungsflecken in ziemlich grosser Ausdehnung vorkommen. Diese Flecken können bei den verwendeten Entwicklungsflüssigkeiten (Glyzinentwickler und Metol-Hydrochinonentwickler verschiedener Zusammensetzung) aus mehrfachen Anlässen zustandekommen; u. a. bleiben in den Filmhaltern trotz genauen Abspülens fast immer Chemikalien in verschieden grosser Menge zurück, wodurch das folgende Bad ungleich wirkt und auch verunreinigt wird. An-

dere Entwicklungsflecken entstehen dadurch, dass die Entwicklungsflüssigkeit im Tank in verschiedenen Schichten verschiedene Konzentration erhalten kann, sodass man einen Teil des Radiogramms zuweilen kräftiger entwickelt bekommt. Das mag mitunter Anlass zu Fehlbeurteilung geben, indem eine solche, langsam abtönende Entwicklung der Details als eine leichte Verdichtung gedeutet werden kann: als verminderter Luftgehalt bei einer Lunge oder im entgegengesetzten Fall, durch Kontrastwirkung als verminderter Kalkgehalt bei einem Skelettbild.

Die Qualität der Entwicklung im Tank verändert sich teils mit der Anzahl der entwickelten Filme, teils mit dem Alter der Flüssigkeit. Wenn dem Bade auch täglich frische Entwicklungsflüssigkeit zugesetzt wird, muss man meiner Erfahrung nach — wenngleich die Entwicklungsflüssigkeit weiter brauchbar ist — doch mit einer jeden Tag fortschreitenden Verschlechterung ihrer Wirkungsart rechnen; die Entwicklungszeit wird länger und die Radiogramme werden leicht verschleiert und grau, ihre Qualität wird unregelmässig.

Was die Grösse der Tanks betrifft, so dürfte ein 20—25 lit.-Tank auch für die Entwicklung einer grossen Filmanzahl hinreichen, wenn ein rasch arbeitender Entwickler mit ungef. 5 Min. Normalentwicklungszeit angewendet wird. Für die Fixierungsflüssigkeit dürfte dagegen ein grösserer Tank empfehlenswert sein, weil die Fixierung bedeutend mehr Zeit in Anspruch nimmt, und daher leicht eine Stagnation der Arbeit infolge des Aufenthaltes im Fixierbade eintritt. Die besonders in Amerika eingeführten grossen und teuren Anlagen, bei der sich sämtliche Tanks in einem Wasserbade von gewisser Temperatur befinden, dürften in unserem Klima und bei der oben angegebenen Arbeitsweise unnötig sein, und es können Tanks von glasierter schwedischer Höganäsware empfohlen werden.

*Entwicklung in offenen Schalen — »Schaukelentwicklung« — hat gleichfalls ihre Nachteile:*

1. Ist das ständige Geräusch des Schaukelmotors irritierend.
2. Dadurch, dass der Film freiliegt und in der Flüssigkeit schwimmt,
  - a) ist es oftmals schwer, ihn zu fassen,
  - b) muss man die Hände mehr oder weniger in die Chemikalien eintauchen, wodurch die Haut der Hände leidet und die Fingerspitzen fleckig werden; gewisse Entwickler rufen bei empfindlicher Haut Hautreizung und mitunter Exzem hervor,
  - c) kommen leicht Fingerabdrücke und Ritzen auf die Filme, wenn man sie heraussucht und wieder zurücklegt.

3. Ist die Methode kostspieliger, da der Entwickler durch die Be- rührung mit der Luft während des ständigen Umschüttelns und durch die grossen Oberflächen relativ schnell verändert wird.
4. Das Fixieren muss gleichfalls in offenen Schalen geschehen, wodurch die ganze chemische Filmbehandlung bedeutend mehr Platz in Anspruch nimmt.
5. Kann man in jeder Schale nur wenige Filme auf einmal in Arbeit haben.

**Vorteile:** Man erhält in der Regel schönere Radiogramme als bei Standentwicklung, indem die meisten oben genannten Filmbehandlungsfehler fortfallen.

Zusammenfassend kann man also feststellen, dass die Filmbehandlung beim Standentwicklungsprinzip weniger Platz einnimmt, sparsamer ist, die Arbeit erleichtert, dass sie aber Radiogramme von durchschnittlich ein wenig geringerer Qualität gibt; die Schalenentwicklung gibt in der Regel etwas bessere Bilder, hat aber die früher erwähnten Nachteile.

#### **Anordnungen zur Verminderung der Nachteile der Schalenentwicklung**

Durch Beobachtung gewisser Massnahmen kann man die Nachteile der Entwicklung in Schalen in hohem Grade herabmindern.

ad 1.) Das *unangenehme Motorgeräusch* kann durch einige kleinere am Motor ausgeführte Abänderungen verminder werden. Dieser soll ganz eingekapselt sein, Shuntwickelung haben und die Anzahl der Windungen soll verändert werden, sodass die Schnelligkeit so viel wie möglich herabgemindert wird. Kugellager sollen nicht angewendet werden, sondern stattdessen einfache Gleitlager, wobei jedoch in Rechnung zu ziehen ist, dass diese öfter geschmiert werden müssen. Die Transmission soll so gewählt werden, dass man 12—18 Schüttelungen in der Minute erhält, und, um einen gleichmässigen Gang zu bekommen, hat ÅKERLUND eine Konstruktion angegeben, durch welche zwei einander das Gleichgewicht haltende Schalen gleichzeitig in Bewegung gehalten werden.

Beobachtet man diese Anordnungen und stellt man den Motor auf ein vibrationsfreies Postament, so wird der Gang fast lautlos.

#### **Filmhalter**

ad 2.) Wie oben erwähnt, war einer der Vorteile bei der Standentwicklung, dass der Film in einer Aufhängungsanordnung festgesetzt war. Dieser Vorteil war besonders hervortretend, wenn der Film während der ganzen Filmbehandlung: Entwicklung, Fixierung,

Spülung und Trocknung im gleichen Filmhalter verbleiben konnte. Prüft man indes die verschiedenen im Handel erhältlichen, zur Benützung bei Standentwicklung bestimmten Rahmenmodelle, so dürfte man finden, dass die meisten für den praktischen Gebrauch nicht geeignet sind — wenigstens bei Dunkelkammerarbeit mit einer grossen täglichen Filmanzahl. Sie sind alle gross und plumpt, es ist oft beschwerlich, die Filme einzusetzen, und ausserdem bedingen sie grosse Anschaffungskosten. Weiter bleibt oft reichlich viel von den Chemikalien in den Rahmen, was das Entstehen von Entwicklungsflecken mit sich bringt und das Bad verunreinigt. Wegen ihrer Konstruktion ist es ferner schwer, den Film beim Trocknen in diesen Rahmen sitzen zu lassen, sondern man ist oft gezwungen, die Aufhäng-

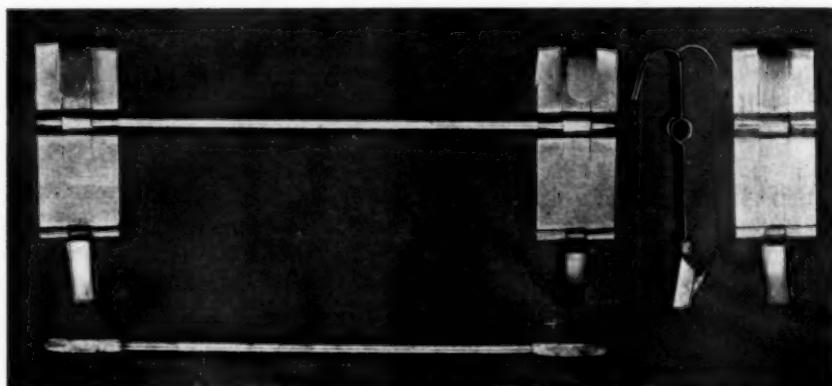


Fig. 2.

gungsvorrichtung beim Trocknen auszutauschen, wobei man den Vorteil der gleichen Aufhängungsvorrichtung während der ganzen Filmbehandlung verliert. Am einfachsten und arbeitserleichterndsten ist es daher bei Grossbetrieb, die Filme in einfachen Filmklammern hängen zu haben, die jedoch den Nachteil bedingen, dass das Umrühren des Entwicklers unvollständig wird, und dass durch verschiedene Konzentration verschiedener Schichten der Flüssigkeit ungleich starke Entwicklung der einzelnen Filmpartien mit den oben erwähnten Nachteilen hervortreten. Die Schwierigkeit, eine geeignete Aufhängungsanordnung zu finden, vermindert also die oben erwähnten Vorteile, die sich daraus ergeben, dass man bei Standentwicklung den Film in einen Filmhalter eingesetzt hat.

Um bei Entwicklung in Schalen die Filme leichter handhaben zu können und die obengenannten Nachteile ihres freien Schwimmens

in Schalen zu vermeiden, habe ich den unten angegebenen einfachen Filmhalter ververtigen lassen.<sup>1</sup>

Er besteht aus einem Oberteil aus Monelblech, das am oberen Rande mit zwei Haken versehen ist, die in einem ziemlich weiten Bogen, der eine nach vorne, der andere nach hinten umgebogen sind. In gelenkiger Verbindung mit diesem Metallgestell sitzen Filmklammern vom gewöhnlichen Aussehen. Damit sie für verschiedene Filmformate verwendet werden können, lassen sie sich paarweise an einer mit einer Sperrvorrichtung versehenen Stange zusammenkoppeln. Der Film wird in einen solchen Filmhalter befestigt und so in die Entwicklungsschale gelegt, dass die Haken auf dem Rand der Schale hängen. Wenn der Film, um ihn umzuwenden oder zur

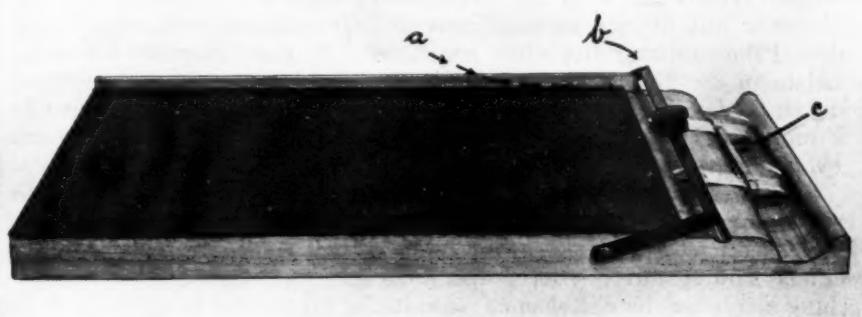


Fig. 3. Der Film wird in der Richtung der Pfeile a auf die Filzplatte und gegen die Filmhalter c geschoben, die man dann durch Niederdrücken des Rahmes b öffnet.

Kontrolle aus dem Entwicklungsbade herausgenommen werden soll, fasst man den freien Teil des Halters. Durch das Gelenk des Halters kommt der Film beim Zurücklegen — gleichgültig, auf welche Seite man ihn legt — in eine ebene Lage. Er wird auf diese Weise leicht zu handhaben, die Hände brauchen nicht mit den Chemikalien in Berührung zu kommen und man vermeidet Schädigungen der Filmhaut, da der Film also auch bei Entwicklung in Schalen während des Fixierens, Spülens und Trocknens in seinem Halter liegen bleibt; die Entwicklung in Schalen hat dadurch einen der Vorzüge der Standentwicklung bekommen. Die Klammeranordnung ermöglicht auch die Anwendung von Fixierung in Tanks, falls dies als ein Vorteil angesehen werden kann. Auch bei Standentwicklung kann dieser Halter vorteilhaft an Stelle der oben erwähnten einfachen Klemmen

<sup>1</sup> Der Filmhalter ist bei Järnhs Elektriska Aktiebolag, Stockholm, erhältlich.

angewendet werden, sodass man nur einen Typ von Filmhaltern bei Schalen- sowie Standentwicklung in Gebrauch hat.

Das Einsetzen der Filme in diese Filmhalter kann durch Verwendung der nachstehend beschriebenen einfachen Anordnung (Fig. 3) automatisch vorsieghaben. Diese besteht aus einer filzbekleideten Holzplatte, die längs der einen Langseite mit einer niederen Leiste versehen ist und nahe dem einen Schmalrande parallel mit ihm eine schwache Aushöhlung besitzt. In diese Aushöhlung wird der Filmhalter placiert — und er kommt dabei nur so tief zu liegen, dass die untere Branche der Filmklammer mit der ebenen Fläche der filzbekleideten Platte in einem Niveau liegt und an sie anstösst. Ein in Scharnieren heb- und senkbarer Rahmen kann über den freien Schenkel der Filmklammer hinuntergedrückt werden, so dass sie sich öffnet. Der Film wird auf die Platte gelegt, und während die Filmklammer auf die genannte Weise geöffnet gehalten wird, schiebt man den Film entlang der oben genannten, an der Langseite sitzenden Leiste in die Klammer. Der Rahmen wird losgelassen und hebt sich durch Federwirkung, wobei die Klammer den Film fasst, der so im Filmhalter befestigt wird, ob dieser nun aus einer oder mehreren Filmklammern besteht.

Einen Film in *einer* Klammer zu befestigen, bietet keine Schwierigkeiten, aber jeder, der sich mit Dunkelkammerarbeit beschäftigt hat, weiss wohl, dass es recht beschwerlich sein kann, den Film in einem Halter mit mehreren Klammern zu befestigen. Bei Verwendung der eben beschriebenen Anordnung fällt diese Schwierigkeit jedoch fort.

#### Anordnung zum Füllen und Leeren der Entwicklungsschalen

Ein anderer Nachteil der Entwicklung in Schalen war der grössere Verbrauch von Entwicklungsflüssigkeiten infolge deren rascherer Zersetzung durch die grössere Berührung mit der Luft. Um diesen Nachteil zu vermindern und um das Füllen und Leeren der Schalen zu erleichtern, kann folgende Anordnung empfohlen werden.

Wo die Vorratsflaschen für die Entwicklungsflüssigkeiten auf Regalen oberhalb der Schalen angebracht sind, können diese durch einen einfachen Heberschlauch von den Flaschen gefüllt werden, indem man mittels einer Handpumpe einen Augenblick einen Überdruck in der Luft der betreffenden Flasche erzeugt. Durch den gleichen Heberschlauch, der bis zum Boden der Schale reichen soll, werden die Schalen auch entleert, indem man in der Luftmasse der betreffenden Flasche einen negativen Druck verursacht, z. B. dadurch, dass man eine Wasseraugpumpe an einem Wasserleitungshahn der

Dunkelkammer durch einen Schlauch mit der Vorratflasche verbindet und die Entwicklungsflüssigkeit so aus der Schale in ihre Flasche zurücksaugt.

Sind die Vorratsflaschen unter den Schalen angebracht, so geschieht die Einfüllung in die Schale durch Schlauch- oder Rohrverbindung von der betreffenden Flasche, indem man deren Luftmasse mittels einer angekuppelten Druckpumpe komprimiert, wodurch die Flüssigkeit in die Schale hinaufgepresst wird. Entleert werden die Schalen in dieselbe oder eine andere Flasche, indem durch eine an diese gekuppelte Saugpumpe Unterdruck in der Luft der betr. Flasche erzeugt wird, was die Entwicklungsflüssigkeit durch Heberwirkung in der Rohrleitung zurücksaugt. Zur Erzielung von Über- und Un-

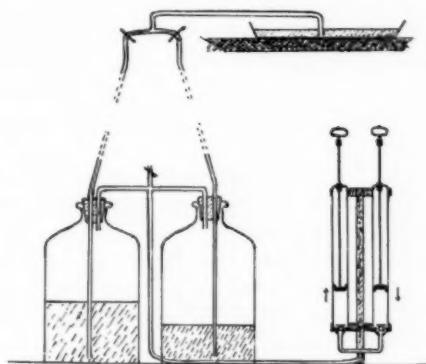


Fig. 4.

terdruck verwendet man zweckmässigerweise zwei Fahrradfußpumpen. Bei der einen von ihnen ist die Pumpenkanne und das Ventil gewendet, sodass sie als Saugpumpe funktioniert. Durch Einsetzung einer Extraventilanordnung am Boden jeder Pumpe (z. B. einer Lederscheibe) und Anbringung einer Fixierungsvorrichtung an der Kolbenstange — am einfachsten einiger Schraubengänge — kann der Kolben in seiner Bodenlage fest gegen den Boden gepresst, und die Pumpe mittels einfacher Drehung des Handgriffs der Kolbenstange geschlossen werden. Macht man das nämlich nicht, so erhält man ein Leck in der Druckpumpe bei Anwendung der Saugpumpe und in der Saugpumpe bei Anwendung der Druckpumpe. Am besten steht die Luftmasse sämtlicher Flaschen, von denen jede ihre Schlauch- oder Rohrverbindung nach oben zu den Entwicklungsschalen hat, unter Über- resp. Unterdruck. In die Leitung zu den Pum-

pen muss ein Hahn zur Aussenluft eingesetzt werden, sodass der Druck der Luftmasse in den Flaschen ausgeglichen werden kann. Durch diese Anordnung zur Füllung und Leerung der Flaschen braucht man die schweren Vorratsflaschen nicht von ihren Plätzen zu nehmen, braucht keine Flüssigkeit zu verschütten, was leicht geschieht, wenn die Schalen durch Trichter in ihre Flaschen entleert werden.

Um die Zersetzung der Entwicklungsflüssigkeiten durch die Einwirkung der Luft zu vermeiden, ist der Versuch gemacht worden, die Lösungen mit flüssigem Paraffin zu bedecken. Das kann jedoch nicht empfohlen werden, da auch bei vorsichtiger Füllung und Leerung durch Heber eine Mischung der Entwicklungsflüssigkeiten mit Paraffin selten vermieden werden kann. Bei Entwicklung mit derart verunreinigter Flüssigkeit wird der Film meist unbrauchbar, da das Paraffin auf der Oberfläche haftet, und grössere oder kleinere Flecken entstehen.

Durch Anwendung dieser Vorrichtungen verbleibt von den Vorteilen der Standentwicklung kaum mehr als der ihrer platzersparenden Anordnung, und diesem steht der Vorteil der höheren Qualität des Radiogramms bei der Entwicklung in Schalen gegenüber. Der Unterschied durch Ersparung an Entwicklungsflüssigkeit bei der Standentwicklung vermindert sich nämlich dadurch, dass auch bei dieser die Qualität der Entwicklungsflüssigkeit täglich absinkt.

Am zweckmässigsten dürfte es sein, bei Neueinrichtung einer grösseren Röntgendiagnostikabteilung mit täglicher grosser Anzahl von Radiogrammen beide Systeme einzurichten — ein Tanksystem nimmt auf dem Arbeitstisch nicht mehr Platz ein als ungefähr 1 m und lässt sich sicher ohne grössere Schwierigkeit anbringen (vgl. die Pläne unten). Auch die Anlagekosten sind relativ gering.

Man kann auf diese Weise solche Radiogramme, bei welchen die Qualität keine so grosse Rolle spielt, in dem arbeitserleichternden Tanksystem entwickeln, und die übrigen Radiogramme in Schalen, wodurch man es auch vermeidet, die Arbeit auf ein System festzulegen, das sich vielleicht in den nächsten Jahren aus dem einen oder anderen Grunde als ungeeignet erweist.

#### Aufstellung der Bäder

Die Aufstellung und Anordnung der verschiedenen Bäder zur chemikalischen Filmbehandlung verdient besondere Erörterung, da man auch bei modernen Neueinrichtungen wesentliche Fehler in den Anlageplänen findet.

Von grosser Bedeutung ist es hierbei, dass sämtliche Schalen usw. in einer fortlaufenden Reihe placiert werden — es kann auch

im Winkel geschehen, aber in ununterbrochener Folge — sodass man den Film von der einen Bade- und Spülflüssigkeit nicht über das Zimmer an einen anderen Platz tragen muss, da das ein unvermeidliches Verschütten auf den Fussboden mitsiehbringt, was die Feuchtigkeit in der Dunkelkammer steigert. Eine fortlaufende Bank also, an deren einem Ende man mit der Entwicklung beginnt und am andern Ende mit der Spülung schliesst. Ein Beispiel dieser Anordnung wird unten in einem Plan über die Dunkelkammeranlage des Röntgeninstitutes in »Sophiahemmet« geliefert.

Um eine ausreichende Länge des Arbeitstisches zu erzielen, ist es wichtig, die Kassettenenschleusen an die richtige Stelle im Raume zu legen. Auf dem Plan II, Fig. 10 sieht man den Entwurf einer Dunkelkammer, in der die Kassetteneschleusen an dem für die Länge des Arbeitstisches günstigsten Platz angelegt sind, nämlich in den Ecken der Dunkelkammer an der Stelle, die am abgelegensten von dem nach innen liegenden Fixierungstraum ist. Eine Placierung der Kassetteneschleusen an einer anderen Stelle, z. B. mitten an den Kurzwänden bei a), würde es schwer machen, die Bäder nebeneinander aufzustellen. Hier sei nochmals darauf hingewiesen, dass es bei Tischen mit eingelassenen Tanks und Porzellanwannen vorteilhaft ist, einen Tischbelag zu haben, der sich vollständig dicht an diese Gefässe schliesst (vgl. S. 69). Wenn zwei für verschiedene Bäder bestimmte Porzellanwannen nebeneinander placiert werden, ist es zweckmässig, den Zwischenraum zwischen ihnen mittels Steinkitt, der mit pulverisiertem Porzellan zubereitet ist, auszufüllen.

#### Kommunikation zwischen den beiden Räumen der Dunkelkammerabteilung

Wie oben erwähnt, sollen die Radiogramme von jeder Untersuchung besichtigt werden, bevor der Patient nach deren Abschluss die Röntgenabteilung verlassen darf. Damit diese Besichtigung ohne Beeinträchtigung der übrigen Dunkelkammerarbeit geschehen kann, wurde eine Verteilung der Arbeit auf 2 Räume empfohlen. Um den Transport der nassen, eben entwickelten Radiogramme vom einen Raum in den anderen zu erleichtern, können in verschiedener Weise besondere Filmschleusen angebracht werden. Am einfachsten geschieht dies durch ein mittels Gegengewicht abbalanciertes Schiebetürchen in einer Lücke der Wand zwischen den beiden Räumen, wobei die Radiogramme nach abgeschlossener Entwicklung in dem einen Raum in die nächst dem Türchen im anderen Raum befintliche Fixierungsschale hineingelegt werden, ähnlich der in Prof. FORSELLS Priv. Röntgeninstitut schon seit mehreren Jahren bestehenden Anordnung. Um die Passage weiterhin zu er-

leichtern, ist bei der Anlage des Röntgeninstitutes in »Sophiahemmet« nach dem Vorschlage des Verf. folgende Einrichtung getroffen worden: In die Wand zwischen dem Entwicklungs- und Fixierungsraum ist ein grösseres Porzellangefäss von ca. 1 m Länge und 60 cm Breite eingemauert worden, das zu ca.  $\frac{1}{3}$  in den Entwicklungs- und zu  $\frac{2}{3}$  in den Fixierungsraum hineinreicht und auf jeder Seite mit einem lichtdicht schliessenden Deckel verschlossen ist. Das Porzellangefäss, das mit Fixierungsflüssigkeit (oder Wasser) gefüllt wird, ist in den Arbeitstisch eingelassen, der sich aus dem einen Raum direkt in den anderen fortsetzt. Die entwickelten Radiogramme werden vom Entwicklungsraum in das Fixierbad gelegt und bekommen einen kleinen Stoss, sodass sie auf die andere Seite, die sich im Fixerraum befindet, hinüberschlüpfen. Damit die Filme leichter von der einen Seite auf die andere gelangen, kann auf den Boden eine etwas schräg stehende Glas- oder Zelluloidplatte eingelegt werden, über die sie hinübergleiten, was auch den Vorteil hat, dass Schmutz und andere Verunreinigungen sich unter diesen Scheiben sammeln und also die Filmhaut nicht ritzen. Oder, wenn die Filme in Klemmen sitzen, können sie in einer endlosen Kette aufgehängt werden und mittels dieser in den Fixierungsraum hinüber geschoben werden. Lichtsignale geben auf der anderen Seite an, ob der Deckel offensteht. Diese einfache Anordnung funktioniert sehr zufriedenstellend, erspart Arbeit und vermeidet, dass ein einziger Tropfen Flüssigkeit auf den Fussboden kommt. Die Besichtigung der Radiogramme geschieht vollständig unabhängig und ungestört von der Dunkelkammerarbeit.

Betreffs der Konstruktionseinzelheiten sei auf die Fig. 14—20 verwiesen. Zu bemerken ist, dass die Unterfläche desjenigen Wandteiles, der sich über der Porzellanwanne befindet, mit säurefestem Material bekleidet sein muss. Bei Verwendung von schieferbelegten Tischen soll eine Schieferplatte, die mit ausgesägten Öffnungen von geeigneter Grösse versehen ist, die Ränder des Porzellangefäßes decken und sich durch die Wandöffnung vom einen Raum in den anderen fortsetzen, wobei ein querlaufender Schieferstreifen unter die Wand zu liegen kommt (vgl. Fig. 16 und 19). Bei Verwendung einer anderen Tischbekleidung soll die Unterfläche der Wand am besten mit Blei bedeckt werden. Auch durch Kochen mit Paraffin imprägniertes Teakholz kann empfohlen werden; Nickel und nickelhaltige Legierungen jedoch nicht. Der Sicherheit halber soll in diesem Fall die Konstruktion so gemacht werden, dass sich das die Unterfläche der Wand deckende Material leicht austauschen lässt, ohne dass andere Teile der Wand entfernt zu werden brauchen. Ferner sei betont, dass der Deckel des Porzellangefäßes auf der Unterseite mit säurefestem Material bekleidet sein soll, das durch

die Chemikalien des Fixierbades nicht angegriffen wird. Wenn der Deckel also aus Nickel oder nickelhaltigen Legierungen besteht, ist er an seiner Unterfläche am besten mit einer dünnen Bleischicht zu belegen. Eingebrannte Lackierung oder Anstrich mit säurefester, festsitzender Farbe kann gleichfalls empfohlen werden. Versilberung dagegen ist nicht zweckdienlich (vgl. S. 69).

Mitunter können die lokalen Verhältnisse die Anlage einer derartigen Einrichtung unmöglich machen, wie z. B. in der Röntgenabteilung des Krankenhauses Sabbatsberg, wo ich im Sommer 1926 gelegentlich gewisser Umbauarbeiten Gelegenheit hatte, stattdessen folgende Anordnung einzuführen:

In der Wand zwischen der Dunkelkammer und dem nach aussen von ihr liegenden Diagnostiklaboratorium wurde eine grössere Betonzisterne mit dem äusseren Mass von  $94 \times 122 \times 67$  cm und einem Fassungsraum von 500 Ltr. Wasser eingemauert. Die Zisterne ist der Länge nach durch eine Zwischenwand in zwei Abteilungen von je 38 cm Breite aufgeteilt. Sämtliche Wände messen 6 cm in der Dicke. Jede Abteilung wird mit fliessendem Wasser gefüllt und ist mit einem Bodenabfluss und Randabfluss versehen, um günstige Zirkulation des Wassers zu erhalten. Die Zisterne ist derart eingemauert, dass ungefähr  $\frac{1}{4}$  der Länge in das Diagnostiklaboratorium,  $\frac{1}{2}$  in die Dunkelkammer reicht und der Rest sich in der Wand befindet. Die freien Teile der Zisterne werden in jedem Raume mit licht- und strahlensicheren Deckeln bedeckt, von denen der eine in die Wand geschoben und der andere in der gewöhnlichen Weise auf Angeln gehoben wird. 4 cm über der Wasserfläche befinden sich in jeder Abteilung längs den Langseiten auf Zahnrädern laufende endlose Ketten, die mittels Kurbeln auf der Aussenseite der Zisterne getrieben werden. Um zu vermeiden, dass die Ketten in die Wasserfläche tauchen, ruhen sie auf Metallschienen.

Die Arbeit geht auf folgende Weise vor sich: Unmittelbar nach Entwicklung und Fixierung der Radiogramme — in dieser Abteilung wird mit Standentwicklung gearbeitet — werden die Filme in ihren Filmhaltern in einer Abteilung auf die Ketten gehängt und können hier in fliessendem Wasser verweilen, bis der Radiologe sie zu untersuchen wünscht. Durch Drehung an der im Diagnostiklaboratorium sitzenden Kurbel wird der Film in denjenigen Teil der Zisterne hinausgeführt, der sich im Diagnostiklaboratorium befindet. Der Deckel wird fortgeschoben (in die Wand), der Film in seinem Halter aus dem Wasser genommen und gegen einen unmittelbar oberhalb der Zisterne in die Wand eingebauten Lichtkasten besichtigt, wobei das Wasser in die Zisterne hinuntertropft, sodass also keine Feuchtigkeit auf den Fussboden kommt. Nach der Untersuchung wird

der Film in die andere Abteilung der Zisterne gehängt und kann nachher entweder zum Auswässern dort verbleiben oder zu even-



Fig. 5.

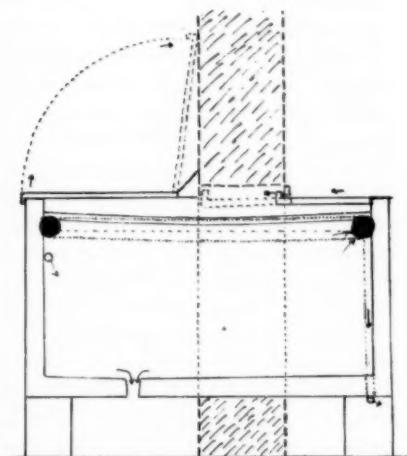


Fig. 6.

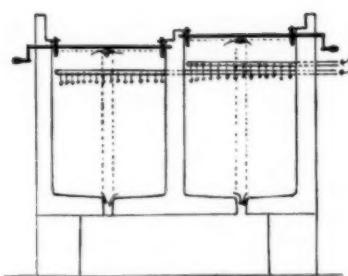


Fig. 7.

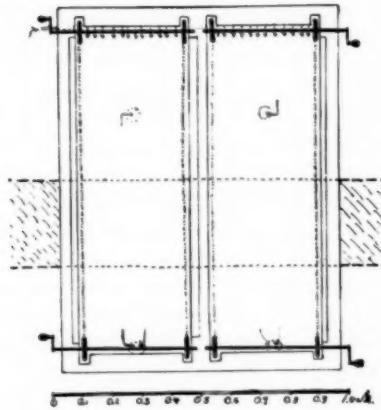


Fig. 8.

tueller weiterer Behandlung in die Dunkelkammer zurückgewunden werden. Die Wasserzisterne dient also zum Teil als Schleuse für die nassen Radiogramme, zum Teil auch als Spülbad. Die blei-

bekleideten Deckel, die Betonwände und das Wasser bilden einen vollkommen zufriedenstellenden Strahlenschutz. Die Deckel sind ohne Schwierigkeit lichtdicht anzubringen, und mittels Lichtsignalen wird auf die gewöhnliche Weise angegeben, ob einer der Deckel offensteht. Die Nachteile der Feuchtigkeit, die im Diagnostiklaboratorium durch eine Wasserfläche entstehen könnte, vermindern sich bei dichtschliessendem Deckel zur Bedeutungslosigkeit oder fallen ganz fort. Durch Bestreichen mit Asphaltteer und Auflegen von Asphaltpappe auf diejenigen Teile der Aussenseite der Betonzisterne, die in direktem Kontakt mit der durchbrochenen Wand stehen, sowie durch Bestreichen der ganzen Innenseite mit Asphaltteer erhielt man eine vollkommen zufriedenstellende Isolierung gegen Feuchtigkeit, und es haben sich keine Unannehmlichkeiten durch Feuchtigkeit in der Zimmerwand oder an den frei im betreffenden Raum befindlichen äusseren Teilen der Zisterne merklich gemacht.

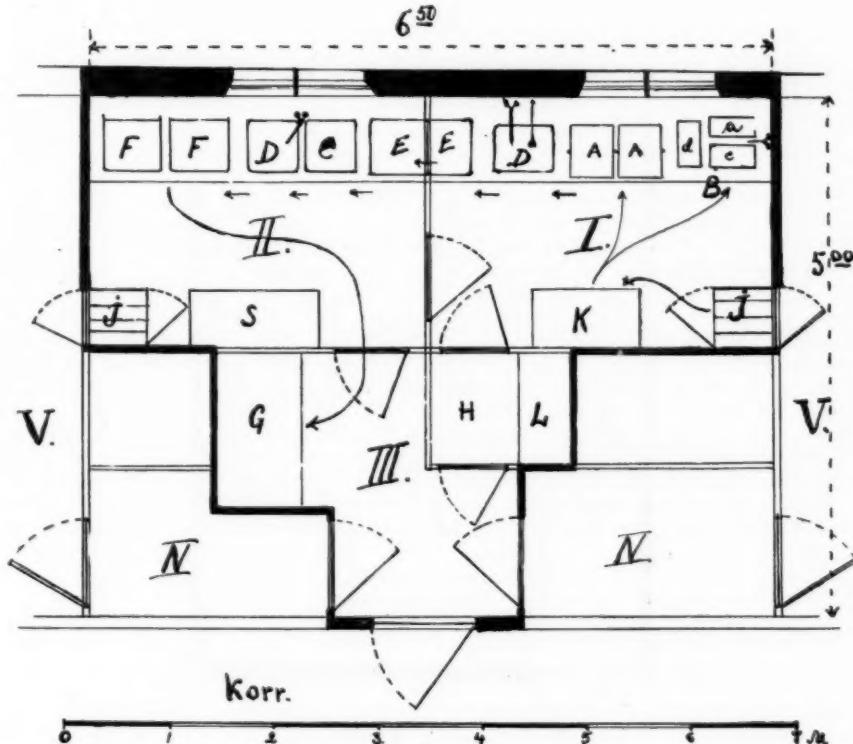
#### Trockenschrank

Als grossen Vorteil muss man die zur Trocknung der Radiogramme eingeführten modernen Trockenschränke betrachten, in welchen die Filme aufgehängt werden. Die Luft wird durch Wärmeleitung oder elektrische Wärmeelemente erwärmt und die feuchte Luft durch einen besonderen, am Schranke angebrachten Ventilator herausgesaugt. Wünschenswert ist jedoch bei diesen Schränken, dass sie nächst den Spülgefassen angebracht werden, sodass man die Rahmen, an denen die Filme hängen sollen, über den Spülgefassen herausziehen kann. Die Filme können dabei direkt aus dem Wasser herausgehoben und am Rahmen über dem Spülgefäß festgehakt werden, sodass keine Flüssigkeit auf den Boden rinnt. Oft dürften jedoch die lokalen Verhältnisse eine solche Anbringung erschweren, z. B. wegen der Grösse der Schränke.

Man kann vielleicht Zweifel hegen, ob die Placierung des Trockenschrankes im gleichen Raum, wo sich die freien Flüssigkeitsflächen in den Spülgefassen befinden, zweckmässig sei, weil die Luft, bevor sie in den Trockenschrank gelangt, dadurch mit Feuchtigkeit gesättigt, und die Trocknung erschwert werden kann. Dies lässt sich jedoch durch Anordnung von direkter Luftzufuhr zum Trockenschrank von aussen oder vom Ventilationssystem im Gebäude umgehen. Ist das nicht durchführbar, so dürfte die Trocknung der Filme wohl trotzdem vor sich gehen, da man auch im Sommer mit einer Differenz von einigen Graden zwischen der Temperatur in- und ausserhalb des Schrankes zu rechnen hat, was einen hinreichenden Unterschied im Sättigungsgrad der Feuchtigkeit bei der Luft mitsichführt.

Schliesslich muss hervorgehoben werden, dass bei Entwurf der Pläne und Einrichtung einer Dunkelkammeranlage die hygienischen Verhältnisse im Interesse des in der Dunkelkammer arbeitenden Personals, das eine anstrengende Arbeit in Dunkelheit und Feuchtigkeit zu verrichten hat, möglichst gut berücksichtigt werden sollen, vor allem durch Sorge für gute Ventilation. Wenn möglich, soll die Dunkelkammerabteilung an einer Aussenwand, mit Fenster nach aussen, placiert werden, sodass sie direkt ins Freie gelüftet werden kann.

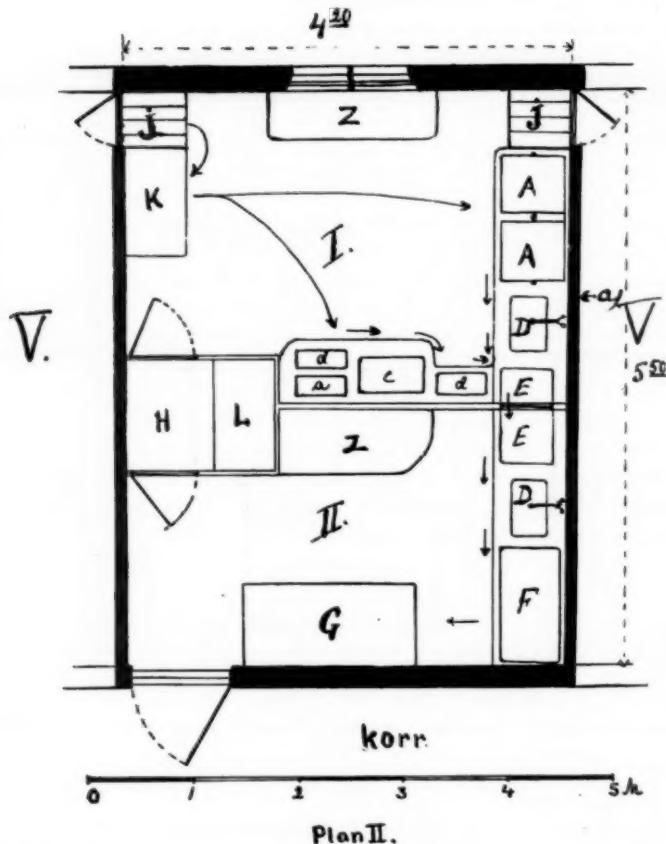
Nachstehend findet man einige Pläne über verschiedene bereits bestehende Dunkelkammeranlagen und zwei Vorschläge zur Einrichtung solcher. Betreffs der Grösse bin ich dabei von der gewöhnlichen verfügbaren Tiefe des Raumes, 5— $5\frac{1}{2}$  m, ausgegangen. Die Bodenfläche einer nach den oben angegebenen Prinzipien eingerichteten Dunkelkammeranlage darf nicht unter 20 m<sup>2</sup> sein, damit man reichlich Arbeitsraum für die vielen und hohen Ansprüche erhält, die jetzt mit vollem Recht an die Dunkelkammerarbeit gestellt werden. Sie muss erstklassig sein, wenn sie zur Erreichung guter Resultate an einer Röntgendiagnostikabteilung beitragen soll, und kann deshalb auch das Recht auf besondere Berücksichtigung beim Entwurf und auf gute Vorrichtungen zur Arbeitserleichterung in Anspruch nehmen.



Plan I.

- |                             |                                     |                       |
|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| I. Entwicklungsraum.        | A. Schankel für Schalenentwicklung. | F. Spülung.           |
| II. Fixierungsraum.         | B. Tanksystem.                      | G. Trockenschrank.    |
| III. Vorraum.               | a) Entwicklungstank.                | H. Lichtschleuse.     |
| IV. Schutzraum.             | c) Fixierungstank.                  | J. Kassettenschleuse. |
| V. Diagnostik-Laboratorium. | d) Auswässerungstank.               | K. Ladungstisch.      |
| VI. Maschinenraum.          | C. Schale mit Fixierungslösung.     | L. Filmvorrat.        |
|                             | D. Abflussgefäß zum Auswaschen.     | S = Schrank.          |
| Korr. = Korridor.           | E. Schleuse für nasse Radiogramme.  | Z = Tisch.            |

Fig. 9. Zentral liegende Dunkelkammeranlage. 22 qm. (Röntgeninstitut des &gt;Sophiahemmet&lt;.)

**Plan II.**

- |                             |                                     |                        |
|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| I. Entwicklungsräum.        | A. Schaukel für Schalenentwicklung. | F. Spülung.            |
| II. Fixierungsräum.         | B. Tanksystem.                      | G. Trockenschrank.     |
| III. Vorraum.               | a) Entwicklungstank.                | H. Lichtschleuse.      |
| IV. Schutzraum.             | b) Fixierungstank.                  | J. Kassetteneschleuse. |
| V. Diagnostik-Laboratorium. | c) Auswässerungstank.               | K. Ladungstisch.       |
| VI. Maschinenraum.          | d) Schale mit Fixierungslösung.     | L. Filmvorrat.         |
| Korr = Korridor.            | e) Abflussgefäß zum Auswaschen.     | S = Schrank.           |
|                             | f) Schleuse für nasse Radiogramme.  | Z = Tisch.             |

Fig. 10. Vorschlag zu einer zentral gelegenen Dunkelkammerabteilung mit zwei Räumen für die Entwicklung resp. die Fixierung, von denen der eine hinter dem andern liegt. 23 qm.

*Plan I.* Bei dieser Röntgenabteilung liegt die Dunkelkammeranlage zentral zwischen zwei Diagnostiklaboratorien, derart, dass jeder der beiden Dunkelräume mit einer Kurzwand an ein Diagnostiklaboratorium stösst. In jedem Raum befindet sich eine Kassettenschleuse, die direkt von dem einen der Diagnostikräume in die Dunkelkammern führt. Die Passage in die Dunkelkammern kann einerseits durch die Lichtschleuse H vorsichgehen, in den Entwicklungsräum I, anderseits direkt in den Fixierungsräum II durch eine Tür zwischen diesem Raum und dem Vorraum III. Die beiden Dunkelkammern I und II stehen durch eine Tür miteinander in Verbindung, die während der Entwicklungsarbeit geschlossen gehalten wird, sodass man zu beliebiger Zeit und ohne die Entwicklungsarbeit zu stören, die nassen Radiogramme bei vollem Licht besichtigen kann. Von grossem Vorteil für die Arbeit an dieser Röntgenabteilung ist der Vorraum III, der, wenn die Türen zu den anderen Räumen geschlossen sind, dunkel ist und als Lichtschleuse fungiert, was die Passage in die Dunkelkammern erleichtert; ausserdem werden dadurch die Augen des im Finstern mit Durchleuchtungsarbeiten beschäftigten Röntgenologen beim Gehen von und zu den Dunkelkammern geschont. Die Entwicklung kann entweder in den offenen Schalen A vorsichgehen oder im Tanksystem B, und der weitere Gang der Filmbehandlung ist durch die eingezzeichneten Pfeile angegedeutet. Die Passage der Filme zwischen den beiden Räumen geschieht in der »nassen Filmschleuse« E, die mit Wasser oder Fixierungsflüssigkeit gefüllt ist. Während der ganzen nassen Filmbehandlung braucht der Film nicht über das Zimmer getragen zu werden, ausser zum Einhängen in den Trockenschrank G, der allerdings ziemlich weit entfernt liegt, aus bautechnischen Gründen aber diesen Platz erhalten musste.

*Plan II.* Durch diese Anordnung der Räume haben sie je zwei Wände, die an die Diagnostiklaboratorien stossen. Es können deshalb beide Kassettenschleusen in den gleichen Raum, den Entwicklungsräum, verlegt werden, wodurh die Arbeit hier konzentriert wird. Bemerkt sei, dass die Kassettenschleusen auf dem Plan an den für die Konzentration der Dunkelkammerarbeit geeigneten Platz verlegt sind. Wenn sie nämlich an eine andere Stelle gelegt werden, z. B. an die Mitte der Wand bei a), wäre die Aufstellung der Bäder erschwert, und die Dunkelkammerarbeit dadurch zersplittet. Die Lichtschleuse H liegt zwischen dem Entwicklungsräum I und dem Fixierungsräum II, welch letzterer Raum leichter von aussen zugänglich sein soll, weil ja hier die Prüfung der nassen Radiogramme an der »nassen Filmschleuse« E erfolgt, welche die Passage der Filme zwischen den beiden Räumen vermittelt.

Eine andere direkte Verbindung zwischen den beiden Räumen als durch die Lichtschleuse H ist nicht notwendig; man kann übrigens zur Erleichterung der Zusammenarbeit zwischen den beiden Räumen bei E ein Sprachrohr in die Wand einlegen. Betreffs des Ganges der Arbeit siehe die Pfeile. Während der nassen Arbeit brauchen die Filme nicht über das Zimmer getragen zu werden, ausser beim Einhängen in den Trockenschrank G; wenn die Rahmen für das Aufhängen der Filme in diesem Schrank so gemacht werden, dass sie über das Spülgefäß F herausgezogen werden können, so wird ein Verschütten auf den Fussboden auch hier auf ein Minimum beschränkt.

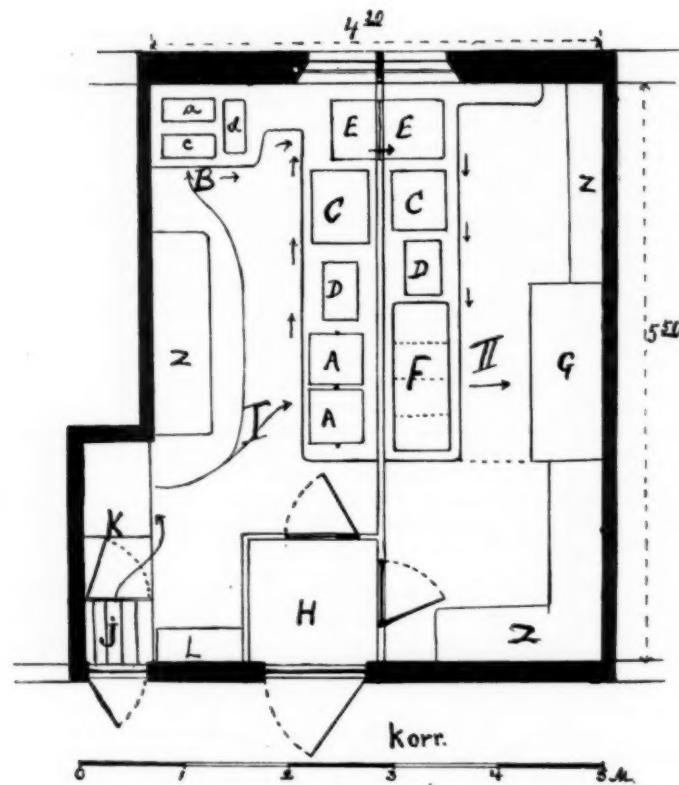
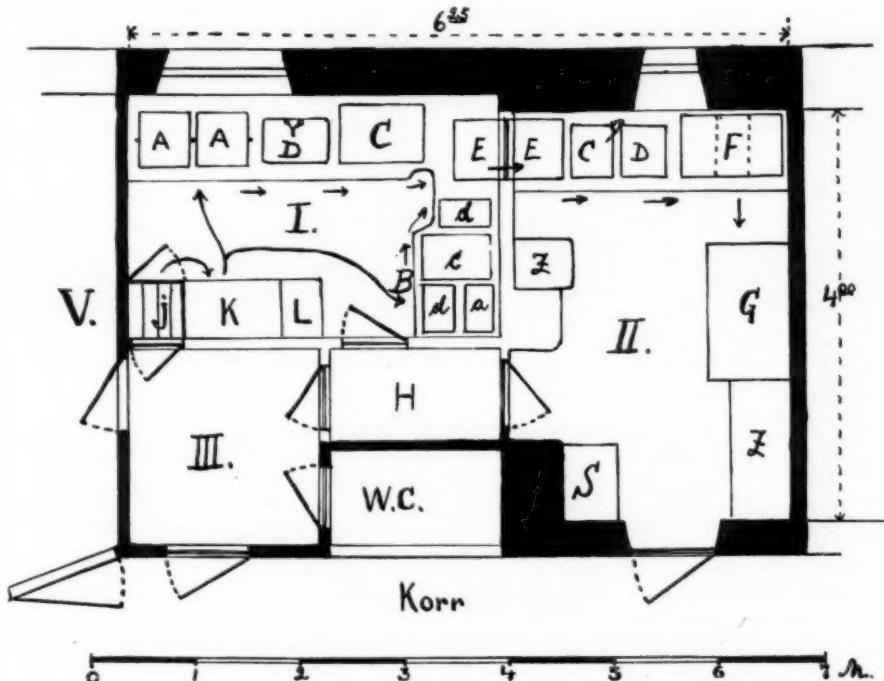


Fig. 11. Vorschlag zum Umbau der Dunkelkammeranlage am Krankenhaus S. Beispiel einer peripher gelegenen Dunkelkammerabteilung. 24.5 qm.



Plan IV.

- |                             |                                     |                         |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| I. Entwicklungsraum.        | A. Schaukel für Schalenentwicklung. | F. Spülung.             |
| II. Fixierungsraum.         | B. Tanksystem.                      | G. Trockenschrank.      |
| III. Vorraum.               | a) Entwicklungstank.                | H. Lichtschleuse.       |
| IV. Schutzraum.             | b) Fixierungstank.                  | J. Kassettenenschleuse. |
| V. Diagnostik-Laboratorium. | c) Auswässerungstank.               | K. Ladungstisch.        |
| VI. Maschinenraum.          | d) Schale mit Fixierungslösung.     | L. Filmvorrat.          |
|                             | E. Abflussgefäß zum Auswaschen.     | S = Schrank.            |
| Korr = Korridor.            | F. Schleuse für nasse Radiogramme.  | Z = Tisch.              |

Fig. 12. Plan der Dunkelkammerabteilung am Krankenhaus B., die nahe dem einen Diagnostik-laboratorium, aber ziemlich weit vom anderen liegt. 23 qm.

**Plan III.** Dadurch, dass hier ein Umbauplan vorliegt, ist die Form des Planes an den schon vorhandenen Raum gebunden. Die Raumeinteilung innerhalb der Dunkelkammerabteilung soll wegen deren peripherer Lage in der Weise geschehen, wie es aus dem Plan ersichtlich ist; dadurch liegen sowohl der Entwicklungsraum I wie der Fixierungsraum II am Korridor, einerseits, weil dann die Kassettenauswechselung direkt von aussen erfolgen kann, anderseits, damit man leicht in den Fixierungsraum gelangen kann. Die Passage von aussen geschieht durch die Lichtschleuse H, von der aus man sowohl in den Entwicklungsraum I wie auch in den Fixierungsraum II kommen kann.

Die Filmbehandlung geht nach den Prinzipien vor sich, die früher erörtert wurden, und die Reihenfolge der Prozesse ist auf dem Plan durch Pfeile angedeutet. Zur Erleichterung der Zusammenarbeit zwischen den beiden Räumen empfiehlt sich das Einlegen von Sprachrohren bei der »nassen Schleuse E. Die Zimmer enthalten reichlich Platz zur Aufstellung von Schränken und Arbeitstischen. Wenn man einen besonderen Arbeitsplatz für photographische Spezialarbeiten wünscht, kann der Fixierungsraum II leicht durch eine Scheidewand, die beim Trockenschrank G mitten durch das Zimmer gegen den Arbeitstisch auf der entgegengesetzten Längswand geht, in zwei Teile geteilt werden.

**Plan IV.** Diese Dunkelkammerabteilung besteht aus drei Räumen; Entwicklungsraum (I), Fixierungsraum (II) und einem Vorraum (III), welch letzterer gleichzeitig als Passage zum Diagnostiklaboratorium (V) und eventuell diesem als Warteraum für Patienten dient. Wenn die Türen zu V und zum Korridor geschlossen sind, ist dieser Vorraum dunkel, wodurch er auch als Lichtschleuse zu den Dunkelkammern dient und die Kommunikation zu diesen erleichtert. Die Lichtschleuse H bildet die Verbindung sowohl zum Entwicklungsraum I wie zum Fixierungsraum II, welch letzterer auch direkte Verbindung zum Korridor hat. Die Kassetenschleuse J ist in einer Ecke des Entwicklungsraumes angebracht und öffnet sich gegen den Vorraum. Sie ist hierher verlegt, damit sie gleichzeitig bei der Arbeit im angrenzenden Diagnostikraum V wie auch für ein zweites an anderer Stelle gelegenes Diagnostiklaboratorium verwendet werden kann. Von dem erstgenannten werden die Kassetten durch die während der Arbeit (Durchleuchtungen) offenstehenden Türen zwischen diesem Raum und dem Vorzimmer III geholt, von dem anderen Diagnostiklaboratorium, indem man die Türe zwischen Korridor und Vorraum passiert. Diese Dunkelkammeranlage ist also hinsichtlich des einen Diagnostiklaboratoriums zentral, vom andern peripher gelegen, die Verbindungen zur Umgebung sind aber gut, und die Anlage erleichtert dadurch die Arbeit. Der Entwicklungsraum enthält ebenso wie bei den anderen hier gezeigten Plänen sowohl ein System für Schalenentwicklung wie eines für Standentwicklung. Der Gang der Filmbehandlung ist aus den Pfeilen ersichtlich. Die Kommunikation zwischen Entwicklungs- und Fixierungsraum vollzieht sich durch die Lichtschleuse H, und der Transport der nassen Radiogramme durch die »nasse Schleuse E. Zwischen den beiden Räumen sind Sprachrohre eingelegt. Der Trockenschrank G ist im Fixierungsraum bei den Spülgefäß F angebracht und die Rahmen zum Aufhängen der Filme lassen sich über diese Gefäße herausziehen. Im Fixierungsraum finden sich mehrere Tische mit Schränken darunter und Brettern darüber, auf denen man Chemikalien und dergl. aufstellen kann.

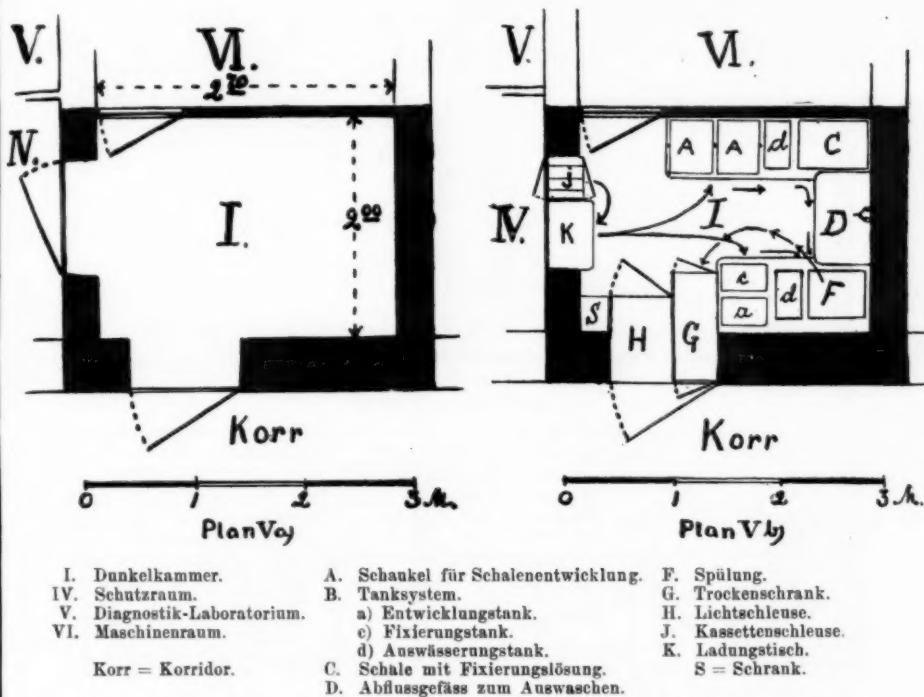


Fig. 13. Einfache Dunkelkammeranlage an einer kleinen Röntgendiagnostikabteilung  
(A. B. Krankenhaus). 5.5 qm.

*Plan V, a) und b).* Die in Rede stehende Dunkelkammer ist dazu bestimmt, in schon vorhandenen Lokalitäten untergebracht zu werden, die zu diesem Zwecke umgebaut wurden. Disponibler Platz siehe Plan V a). Die Einrichtung dieses Raumes ist dadurch schwieriger, dass an der einen Wand eine grössere Türe für die Passage in den dahinter gelegenen Maschinenraum vorhanden sein muss, aber dadurch erleichtert, dass sich zwei tiefe Türöffnungen in den dicken Grundmauern befinden. Der Raum in diesen Türöffnungen wird derart ausgenutzt, dass in die eine ein Ladungstisch und eine Kassettenchamber eingebaut, die andere in zwei Teile geteilt wird, von denen der eine (60 cm breit) als Lichtschleuse dient, die 30 cm in die Dunkelkammer vorragt, und der andere Teil (40 cm) als ein 40 cm in die Dunkelkammer vortretender Trockenschrank für Filme eingerichtet ist. Ein System für Schalen- und ein System für Tankentwicklung werden nach den oben angegebenen Prinzipien verlegt; der Gang der Filmbehandlung ist durch die eingezzeichneten Pfeile kenntlich gemacht. Die Besichtigung der Filme erfolgt wegen des begrenzten Raumes im gleichen Abteil an der Wanne D. Der Plan erlaubt indes die Unterbringung einer vollständigen Dunkelkammereinrichtung mit Schalen- und mit Tankentwicklung auf dem begrenzten Raum von  $5\frac{1}{2}$  qm. Ein Nachteil liegt in der Plazierung des Trockenschrankes G neben dem Tanksystem, wobei die Filme zum Einhängen in den Trockenschrank über das Zimmer getragen werden müssen, ein Herabtropfen von Flüssigkeit also nicht umgangen werden kann. Der begrenzte Raum ermöglicht aber keine andere Disposition des Platzes.

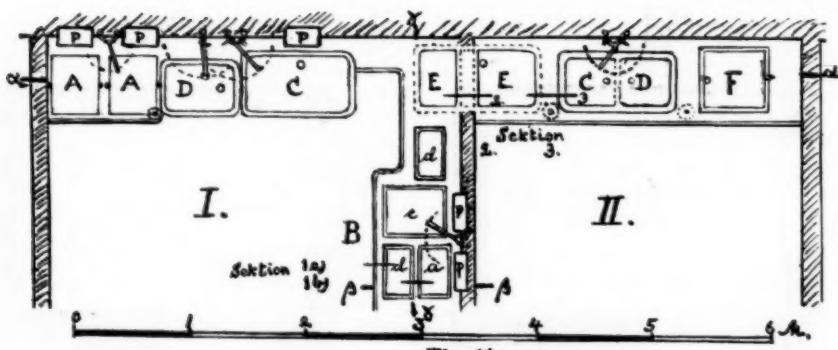


Fig. 14.

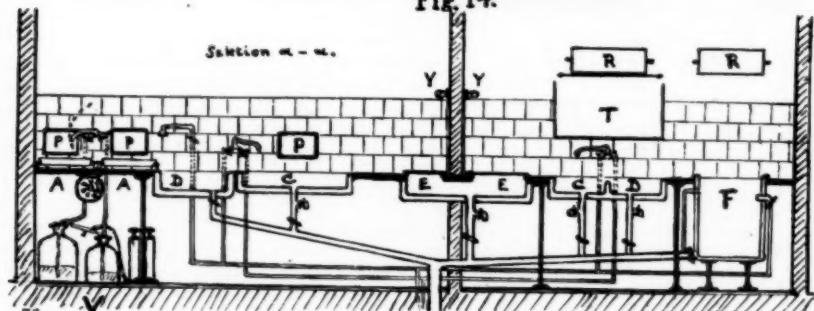


Fig. 15.

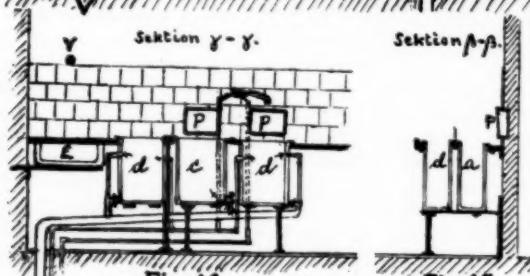


Fig. 16.

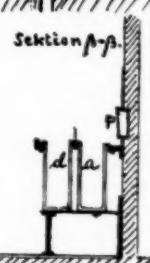


Fig. 17.

- |   |  |   |
|---|--|---|
| I. Entwicklungsräum.  | D. Abflussgefäß zum Auswaschen.            | T. Weisse Wandfläche zur Be-  |
| II. Fixierungsräum.   | E. Schleuse für nasse Radio-               | sichtigung der Filme.   |
| A. Schaukel für Schalenent-<br>wickelung.   | F. Spülung.                                | V. Vorrichtung zum Transport<br>der Entwicklungsflüssigkei-<br>ten (vgl. S. 78 und Fig. 4). |
| B. Tanksystem.<br>a) Entwicklungstank.<br>c) Fixierungstank.<br>d) Auswässerungstank. | P. Dunkelzimmerlampe.                      | Y. Lichtsignal bei E. Kontakt-<br>vorrichtungen am Tische mit<br>Auslösung vom Deckel aus.  |
| C. Schale mit Fixierungs-<br>lösung.  | R. Reflektor zur Beleuchtung<br>der Filme. |   |

Detailpläne über die Einrichtung der Arbeitstische in den Dunkelkammern.

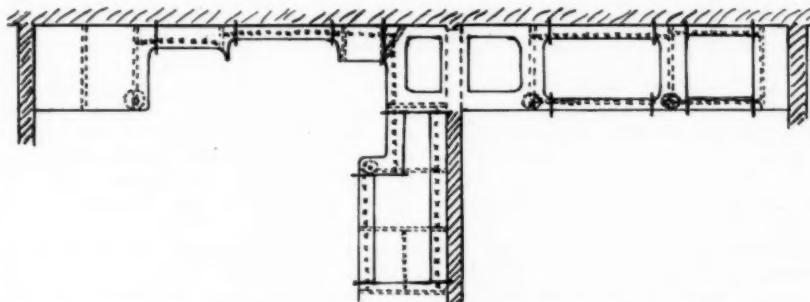


Fig. 18. Vorschlag zur Konstruktion von Arbeitstischen aus Schiefer für die obige Anlage.

- - - Eisenkonsolen  
 x x x x x quergehende Eisentraversen  
 ○ Eisenfüsse am freien Rand der Tische.

Längs des freien Randes ein fortlaufendes, an den Konsolen festsitzendes Winkel-eisenband. Die ausgezogenen Linien quer über den Tisch stellen die Fugen zwischen den verschiedenen Schieferplatten vor.

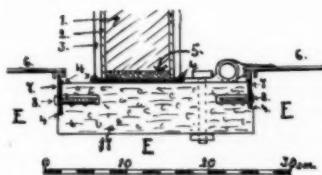


Fig. 19  
(vergl. Fig. 14, Sektion 2).

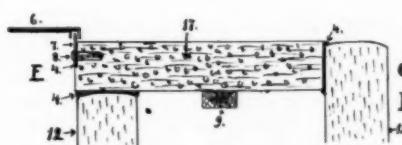


Fig. 20  
(vergl. Fig. 14, Sektion 3).

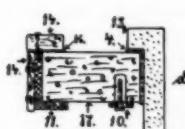


Fig. 21  
(vergl. Fig. 14, Sektion 1 a).

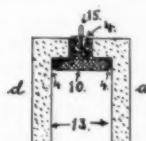


Fig. 22.  
(vergl. Fig. 14, Sektion 1 b).

Fig. 19—22. Detailzeichnungen über die Konstruktion von Einzelheiten im Schiefer-tisch.

Zeichenerklärung zu Fig. 19—22.

- |  |  |
|--|--|
| 1. Plattenwand.  | 9. Eisenkonsole.   |
| 2. Mauerwerk.  | 10. Querverlaufende Eisentraverse.   |
| 3. Kachelplatten.  | 11. Winkel-eisen.  |
| 4. Asphalt.  | 12. Porzellangefäß.  |
| 5. Eisentraversen zur Entlastung vom Drucke der Wand.  | 13. Tongefäß.  |
| 6. Deckel } aus Monel und Blei.  | 14. Ölprägnierte Eichenholzleiste.   |
| 7. Streifen } aus Monel und Blei.  | 15. In Asphalt festgesetzte Stifte zur Befestigung von Schutzplatten gegen Flüssigkeitsverspritzen zwischen den verschiedenen Tanks. |
| 8. Schrauben zum Festhalten des Monelstreifens; wird in eine Schraubenmutter eingeschraubt, die in die Schieferplatte eingezementiert ist. | 16. Gummipackung.  |
|  | 17. Schieferplatte.  |

## ZUSAMMENFASSUNG

Verf. erörtert den allgemeinen Entwurf von Plänen für die Dunkelkammer an einer Röntgenabteilung und empfiehlt eine Aufteilung der Dunkelkammerarbeit auf zwei Räume. Bei Schilderung der Einrichtungsdetails wird Schiefer als Material zur Bekleidung der Arbeitstische empfohlen, auf denen die Entwicklungs- und Fixierungsprozesse stattfinden. Es wird ein einfacher Tisch zur Kassettenladung angegeben, der Fächer für die Aufbewahrung von Filmen, Papierkorb usw. enthält. Verf. bespricht seine Erfahrungen über Schalen- und Tankentwicklung, empfiehlt für die Schalenentwicklung gewisse konstruktive Veränderungen am Schaukelmotor, beschreibt eine einfache Anordnung zum Nachfüllen und Entleeren der Entwicklungsschalen mit Hilfe von Luftpumpen und gibt ein neues Modell von Filmhaltern an, mit einer einfachen automatischen Vorrichtung zum Festsetzen der Filme in diesen Filmhaltern. Ferner werden ein paar neue Schleusenanordnungen für die nassen Radiogramme, und Details bezüglich der Aufstellung der verschiedenen Bäder bei der nassen Filmbehandlung geschildert. Zum Schluss einige Pläne über Dunkelkammeranlagen.

## SUMMARY

The general planning of the dark-room in a roentgen department is discussed and it is recommended to divide up the work there between two rooms. An account is given of various details of arrangement and slate is recommended as a suitable material for covering the work tables, where developing and fixing processes are being done. A simple table is described, intended for use when loading the dark slide and containing partitions for keeping films, waste-paper basket etc., and the author relates his experience of dish- and tank-development. In favour of dish developing certain constructive changes in the rocking motor arrangement are recommended; a simple arrangement is being described for filling and emptying the developing dishes by means of air pumps and a new model of film holders is submitted with a simple automatic arrangement for fastening the films in these film holders. There is further a description of two new dock arrangements for wet radiograms and a detailed account is given with regard to the arrangement of the different baths for the wet film treatment. Finally are submitted some plans for arranging a dark-room.

## RÉSUMÉ

L'auteur discute l'installation générale de la chambre noire dans les services de radiologie et préconise la division du travail à la chambre noire en deux pièces distinctes. Il passe en revue les divers détails de l'installation et recommande l'ardoise comme revêtement des tables de service destinées au développement et aux fixage des clichés. L'auteur décrit une table simple destinée au chargement des châssis et munie de casiers pour classement des films, d'une corbeille à papier etc. Il donne ensuite le résultat de sa propre expérience touchant le développement à la cuvette ou à la cuve. En faveur du premier procédé, il recommande une construction particulière du moteur

oscillatoire, certaines simplifications de construction pour le remplissage et la vidange des cuvettes au moyen de pompes à air; il présente un nouveau modèle de porte-film avec procédé simple de fixation du film. Enfin il décrit un nouveau système à écluses pour les radiogrammes mouillés et donne quelques détails touchant la distribution des différents bains destinés au traitement du film mouillé. En dernier lieu, quelques plans d'installation de chambre noire



## SOME PRACTICAL EXPERIENCES WITH THE BAASTRUP-JOHNSON DOSIMETER

by

*Dag B. Carlsten<sup>1</sup>*

The Baastrup-Johnson Dosimeter is now as good as perfected for practical use. Owing to circumstances beyond the control of the inventors, three years have elapsed since the first successful demonstration of it, at the Rigshospital in Copenhagen, and it could not be expected, of course, that in the intervening time their invention should have been the subject of much attention in professional print beyond such comment as was evoked by the paper on »Dosimetric Theories» read by JOHNSON at the Nauheim Congress, in 1925. Of the sparse comments that have, thus, been forthcoming, some have recognised the merits of the invention, while others seem more or less to have missed the understanding of it. Thus, for instance, it has been blankly asserted that the apparatus was in a disadvantageous manner based on »variations in the resistance». Now, the truth of the matter is that its functioning certainly depends on resistance variations — made use of designedly, as a means of gauging the proper dose; but otherwise the resistances are constant, and determined according to electrically incontrovertible principles. There is also a possibility that the apparatus may have been confounded with other devices of a similar kind that have appeared recently, but of which I have not so far had any personal experience. However all that may be, it is high time that the BAASTRUP-JOHNSON apparatus, which, as a matter of fact, is the oldest self-registering dosimeter, should be given a chance to speak for itself and prove its merits in practical, everyday use.

I have now for about a month been intrusted with the privilege of trying out the model at our institute in Malmö, and it is the

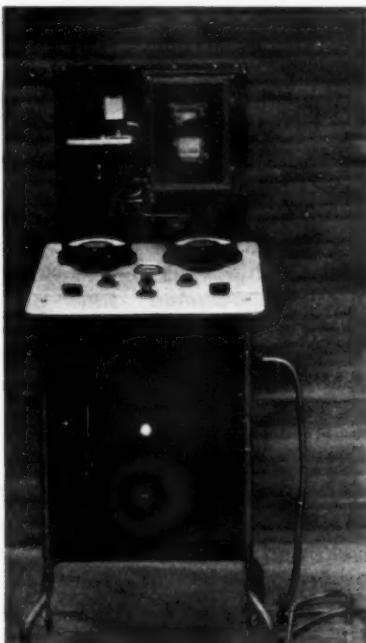
---

<sup>1</sup> A paper read at the Fifth Meeting of the Northern Association of Medical Radiology, Copenhagen, June 30th, 1927.

result of my practical experiences with it in the daily roentgen work that I wish briefly to set forth in the following remarks.

Let me begin, then, by stating right away that during the whole of that time — however relatively short we may consider it — the apparatus has functioned irreproachably, and has given me a great deal of valuable information concerning the tubes and their manner of working. Especially would I mention, in that connection, the agreeable feeling of security gotten from a continuous control of the applied dose, which one literally sees increasing before one's eyes until it reaches the strength desired.

To describe the constructional details of the apparatus does not come within my subject. Briefly said, the measuring is done by placing the chamber of the dosimeter, which has the form of a flat box about as large as an ordinary watch, against that part of the patient's body onto which the irradiation is going to be directed. The box is made of thin aluminum, and is connected with the tube leading to the protecting cabinet by means of a rigid length of aluminum tubing barely as thick as a little finger and about 50 cm. long. On the instrument board of the apparatus the operator has before him two voltmeters, each with its hand-wheel for regulating the resistance. First, he sets the pointer of one of the voltmeters to a so-called »zero-position»; then, by means of the other hand-wheel, he turns on so much current from a battery on the instrument board that the pointer of the first voltmeter is not deflected from its zero-position by the current from the dosimeter-box. This requires a current directly proportional to the intensity of the roentgen light; and the degree of that intensity can, thus, at any instant be read on the voltmeter. The current coupled in by means of the second hand-wheel passes on through an ordinary electrometer which, with its figures from 1 to 10, quite plainly registers the dose or fractions of it. A third hand-wheel on the instrument



board serves for setting the apparatus, beforehand, to the dose required. The latter was provisionally graduated in R's according to calculations made by Prof. HANSEN, of the Polytechnical Institute. It will thus be seen that the measuring is based on an adaptation of the compensation principle by which numerous sources of error — in connection with the necessary intensification tube, leakage of electricity in the wires, etc. — are happily eliminated.

In this manner I have now, during the past month, carried out several hundred measurements both in connection with cases and otherwise. In a number of instances it has seemed as if the device gave trouble, and that the values it registered must be absolutely wrong; but in every single instance it has turned out that there was a natural explanation for the apparent wrong. I remember especially one occasion, when it was a question of applying a certain roentgen dose to an orbit. In spite of the roentgen tube being heavily charged, the dosimeter registered a dose so abnormally small that we interrupted the treatment. It was then discovered that a part of the surrounding lead shield had come loose and had fallen across the field of treatment, thus partly displacing the dosimeter-box from the irradiated area. Thanks to the continuous control, this trouble could now be corrected at once. It is true that in the case in question no material harm could have resulted; but the fact nevertheless made a very strong impression both on me and my assistant. The dosimeter, thus, fulfilled its purpose most excellently.

But when I now in a general way give the apparatus a good testimony, I must also be allowed to touch on what I consider to be its weak points, though I willingly admit that they are of a more peripheric character and undoubtedly in a great measure due to the haste with which the model had to be constructed so as to enable the necessary tests of it to be made in time for this congress.

If one wishes to be very critical, one ought perhaps to reckon it as a weak point in the principle of its construction that the dosimeter has to be *manipulated* — or, at least, closely *observed* — during the whole length of the treatment. In reality it is by no means a matter of vital consequence, however; for in the great majority of cases — when Coolidge tubes are used, or when it is a question of lengthy treatments with use of more or less constant gas tubes — the necessary manipulation and compensation are easily regulated, and the watching of the pointer on the voltmeter can very well be done by the same person that looks after the roentgen instrumentarium. When it is a case of short treatments, on the other hand, and especially with more inconstant gas tubes, where a softening of the tube is liable to occur at any moment, it is my

experience that there should be one person to attend to the measuring apparatus while another occupies himself exclusively with the roentgen apparatus; otherwise it seems to me that the measuring runs the risk of not being precise enough. It is quite possible that some self-compensating arrangement might be added; but that would always mean an additional complication; and there would, of course, be small sense in straightway renouncing the present simplicity of the device, which almost completely excludes the risk of anything going wrong for technical reasons. Besides, I suppose that practice will give increased skill in the operation. What absolutely ought to be added, however, is some sort of clutch or other mechanism for holding the two hand-wheels in place after they have once been properly set. I have, namely, a couple of times been out for the experience of their being accidentally turned from their proper position while the apparatus was being worked with.

If the things I have here enumerated may possibly be characterised as weak points of the apparatus, it possesses, on the other hand, the very great merit — and one which places it ahead of all other self-integrating dosimeters — that the intensity can be read on the voltmeter at any instant. This makes it easy, among other things, to do phantom measurements. The voltage-scale on the model which I had for testing was not of sufficient range, however, for the quantities of light that my roentgen apparatus produce at the distances with which we ordinarily work; and I was, therefore, obliged to do the testing with unusually great distances. I suppose it is a shortcoming which can be easily remedied, for instance by putting in some more shunts in the voltmeter in question. On the other hand it is doubtful whether it would be advisable to make the deflections of the voltmeter smaller by reducing the size of the dosimeter-box; for with strong filtration and weak tubes the deflection is already now as slight as in any way safe if the compensation is to be made with the necessary exactness. As regards the dosimeter-box, I am inclined to think that in its final form it will have to undergo certain alterations. At present it is too large to be conveniently placed in position over — or close up to — small, circumscribed areas of treatment. Besides, when it is a case of non-filtered — or only weakly filtered — irradiation, the box in itself acts as a filter in a way that can by no means be overlooked. Still another thing is that, according to the directions, the box has to be placed at a right angle to the direction of the rays, which in practice is not always quite easy; and if this is really an absolute requirement it is evident that in its present form it is useless for phantom measurements, where there is secondary light

coming in from all sides. I must say, however, that in the tests I made with the apparatus I was unable to find that it made any difference in the deflections of the dosimeter whether I turned the box to this angle or that; and it is, therefore, possible that the whole thing is not so very material after all.

Unfortunately I was unable to make any tests in water phantom, owing to a slight break in the soldering connecting the dosimeter-box with the aluminum tube. As a result of this, the dosimeter-chamber was not water-tight, and could, therefore, not be used in the ordinary phantom. Immediately above the water-surface of the phantom, however, its deflection was 30 per cent. greater than when it was placed at the same focal distance but with the phantom removed. In spite of the fact that the cone of the radiation was very wide, the difference made by the secondary radiation was, thus, according to the measurement, only 30 per cent., instead of the 80 to 100 per cent. that one would have expected from an aluminum chamber. From this it would seem that the error usual with the small chambers of the »thimble» type is here compensated to a noticeable extent; but that is a question which I must leave for the experts in physical measurements to account for. A noticeable feature was the very small difference it made in the deflection whether I lifted or lowered the dosimeter-box to as much as 3 cm. above the water-surface emitting the secondary rays; seeing that otherwise the law of »the light's intensity decreasing with the square of the distance» was exactly registered by the instrumentarium. It was interesting to notice how, to judge from the measurements, the dosimeter-box functioned without the slightest trouble, in spite of the small defect just mentioned. This seems to indicate that the results of the measuring are not noticeably affected even by the most serious defects in isolation, mechanical injuries to the box, or the like. It is, consequently, possible that the unusual form and peculiar construction of the box itself may present advantages which we are not yet able fully to appreciate. At any rate, I know that a great deal of study and work lies behind the result which we behold in the present model, with its translucent handle free from any shadowing material — and therefore, in deep therapy, safe to place over any part of the area under irradiation — and with its absolute guarantee against any ionisation occurring anywhere except within the air-chamber of the dosimeter-box itself. Nevertheless I believe that — from the point of view of its practical application — it would be an advantage if the box could be made cylindrical and also somewhat smaller, so that it would be possible, when occasion demanded it for purposes of measuring, to introduce it into

the cavities of the body — for instance, in the vagina and the rectum; a modification in attempting which the inventors might possibly at the same time make use of the experiences recently published by GLOCKER concerning the construction of a thimble-chamber applicable to any direction and quality of radiation. In that connection they might perhaps even take up the problem whether it would be possible to do away with another inconvenience attaching to the use of the present aluminum chamber; that, namely, of the small sparks that — unless the chamber is held very close against the skin, or, at least, not more than a couple of millimeters from it — flow from the statically charged body of the patient to the ground-connected dosimeter-box; sparks that are painful and which even, in some instances, have caused small, insignificant blisters from the burning. Still, after all, this sparking may perhaps in another way be regarded as quite an advantage to the person controlling the irradiation; seeing that it only occurs when the dosimeter-box does not lie as it ought to, close against the skin.

I began by saying that I had made a very great number of measurements with the aid of the BAASTRUP-JOHNSON dosimeter. I have, of course also tested its relative value as compared with our usual technique of dosage-measurement. In so doing, I have had the advantage of being able to work with a constant current furnished by a special stabilising transformer of Siemens' make. In that manner, the reading of the dosimeter has been very much facilitated and very reliable, inasmuch as there has hardly been the slightest need of any subsequent regulating after the first adjustment had been made. I have furthermore had the advantage of being able to make comparisons with the HED-times of my roentgen apparatus controlled by the physical laboratory of the »Radium-hemmet». I may remark here that most of the large hospitals in Sweden have by now gone in for a regular control of that kind — a most valuable connection with our great central roentgen institution at Stockholm, which we hope to be able to maintain and develop also in the future. With that dosage the deflections of the BAASTRUP-JOHNSON dosimeter ran most surprisingly parallel. For irradiation through a moderately strong filter and over a large field, with the dosimeter lying on the skin, 1 HED was equal to about 800 R.

With these remarks I have finished what I set out to say. In spite of the short time given me for the tests, and in spite of the still in some respects slightly provisional features of the model — which unfortunately set some limits to a thorough testing — the work with it has given me the very distinct general impression that the apparatus embodies a highly original idea, and that it ought to

be practically useful. This much is certain: that an integrant dosimeter — whichever the type of such a device one may prefer — becomes absolutely indispensable to any operator who has for any length of time experienced the satisfaction of working with it and getting his eyes opened to its advantages. And at all events this Danish apparatus, constructed by BAASTRUP and JOHNSON, has the honor of being the first presented, practically serviceable type of such an instrument.

### SUMMARY

During about a month, the author made a great many practical tests of the now perfected model of this apparatus. It was found easy to manipulate, solidly built, and gave deflections which, to judge from the comparative measurements, were thoroughly reliable. With a strong filter and hard radiation, 1 HED — measured directly on the skin — equalled about 750 to 800 R. The author suggested certain easily practicable changes in the disposition of the instrument board, etc. for the purpose of facilitating the reading and making the measuring of the dose absolutely secure, and shows the advantages that would result if it were possible to alter the shape and size of the dosimeter-box for measurements on phantom and in cavities of the body. The model used made, on the whole, a thoroughly good and confidence-inspiring impression, which augured that this, the first self-integrating dosimeter, when it had attained its definite form, would meet its due appreciation and success.

### ZUSAMMENFASSUNG

Verf. hat ungefähr einen Monat lang eine grosse Zahl von Proben mit dem jetzt fertiggestellten Modell dieses Apparates gemacht, der sich dabei als leicht zu handhaben sowie als solid gebaut erwies und Ausschläge ergab, die, nach vergleichenden Messungen zu urteilen, vollkommen verlässlich waren. Mit einem starken Filter und harter Strahlung entsprach 1 HED — direkt an der Haut gemessen — ungefähr 750—800 R. Verf. empfiehlt gewisse, leicht durchführbare Änderungen in der Anordnung des Instrumentisches etc. zwecks Erleichterung des Ablesens, und um die Messung der Dosis absolut sicher zu machen. Er weist ferner auf die Vorteile hin, die erzielt würden, wenn es möglich wäre, die Form und Grösse der Dosimeterbüchse für Messungen am Phantom und in Körperhöhlen zu ändern. Das verwendete Modell machte im grossen ganzen einen durchaus guten und vertrauenerweckenden Eindruck, was erwarten lässt, dass dieser erste selbstintegrierende Dosimeter, wenn er seine definitive Form erreicht hat, seine verdiente Schätzung und Verbreitung finden wird.

### RÉSUMÉ

L'auteur a fait pendant près d'un mois un grand nombre d'essais avec le modèle actuel, perfectionné, de l'instrument. Il l'a trouvé facile à manier, solidement construit, et donnant une déviation qui, contrôlée par des mesures

comparatives, s'est montré réellement sûre. Avec un filtre fort et des rayons durs, 1 HED — mesuré directement sur la peau — s'est montré égal à 750 à 800 R. L'auteur propose certaines modifications faciles à réaliser dans la disposition de la table de l'instrument, etc., dans le but de faciliter la lecture et de rendre la mesure de la dose absolument sûre; il indique les avantages qu'il y aurait à modifier, si possible, la forme et les dimensions de l'instrument pour la mesure sur fantôme ou dans les cavités du corps. Le modèle dont s'est servi l'auteur, donne, à tout prendre, une impression de sécurité et d'exactitude digne de confiance, ce qui permet d'espérer que ce premier dosimètre auto-intégrateur obtiendra, lorsqu'il aura atteint sa forme définitive, la faveur et le succès auxquels il a droit.



## COMMUNICATION CONCERNING THE SECOND INTERNATIONAL CONGRESS OF RADIOLOGY

Stockholm, July 23rd—27th, 1928

### Literary Exhibition

As an important complement to the transactions of the Congress in what concerns instruction in Medical Radiology the Committee of the Congress has decided to arrange a literary exhibition on the Congress premises in the Riksdagshuset (House of Parliament), such an exhibition to comprise all text- and handbooks on the scopes of Roentgen Diagnostics, Radiotherapy (Röntgen-, Radium-, and Heliotherapy), Medical Electrology and Radiophysics and finally Instruction and Training in Medical Radiology, published during the last five years, as well as the last complete volume of all radiological journals.

The Congress Committee has much pleasure in inviting all publishers interested to participate in the literary exhibition of the Second International Congress of Radiology.

»A.-B. Nordiska Bokhandeln» in Stockholm has kindly undertaken to arrange this exhibition and will also be to the service of those members of the Congress who might wish to order books or journals.

We are convinced that all publishers concerned will support us in our endeavour to make the radiological literature known in the different countries by exhibiting all text- and handbooks published during the last five years, as well as any other original works on the above named scientific subjects in addition to the last complete volume of radiological journals. We would ask all publishers, desirous of participating, to be good enough to communicate, with as little delay as possible, with A.-B. Nordiska Bokhandeln, Stockholm, Sweden.

Stockholm, January 1928.

**GÖSTA FORSELL**

President.

**AXEL RENANDER,**  
Secretary-General.

## PREMIÈRE CONFÉRENCE INTERNATIONALE DE LA LUMIÈRE

(Physique-Biologique-Thérapeutique)

Lausanne et Leysin. Septembre 1928

Sous la présidence de Mr. le Dr. Carrière, chef du Service fédéral d'Hygiène publique, s'est réuni le Comité suisse de ce qu'il a été convenu d'appeler »Première Conférence internationale de la Lumière». Une trentaine de personnes y assistaient.

Cette initiative due à M. le Dr. Rosselet, prof. à la Faculté de Médecine de Lausanne, est née de la constatation que trop souvent dans les congrès internationaux, l'importance de la lumière n'est pas suffisamment reconnue, elle est ensevelie sous d'autres préoccupations; sa valeur thérapeutique, comme l'intérêt de son action biologique n'en ressortent pas avec une netteté suffisante.

Ce projet fut préalablement appuyé par le Conseil fédéral, autorité exécutive de la Confédération suisse, le Conseil d'Etat du Canton de Vaud, puis la ville de Lausanne. De nombreuses personnalités étrangères ont bien voulu contribuer et contribuent encore à former le Comité de patronage de ce projet.

Il ne s'agit pas d'un congrès, avec le sens donné habituellement à cette expression, c'est-à-dire un ensemble de courtes communications, faites simultanément dans des sections différentes, mais d'une série de conférences-rapports, faites successivement, auxquelles tous les participants pourraient prendre part. Cette part serait active puisque les conférences seront suivies de discussions sans lesquelles la manifestation projetée n'aurait point toute sa valeur.

La »Conférence» comprendra les trois grandes divisions suivantes:

- 1) La Lumière: Physique, Chimie, Météorologie.
- 2) La Lumière: son action biologique.
- 3) La Lumière: son action thérapeutique.

Les rapports appartenant aux deux premières divisions seront prononcés à Lausanne, alors que les autres le seront à Leysin où une manifestation est projetée en l'honneur de l'activité que le Dr. Rollier y poursuit depuis 25 années. M. le prof. Rosselet a été désigné par le Comité suisse comme président du Comité d'organisation.